UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

A EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA: UMA INVESTIGAÇÃO ACERCA DOS ASPECTOS RELEVANTES À DIDÁTICA DA ESTATÍSTICA EM CURSOS DE GRADUAÇÃO

Celso Ribeiro Campos

Orientadora: Profª Drª Maria Lucia Lorenzetti Wodewotzki

Tese de doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Área de Concentração em Ensino e Aprendizagem da Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científicos, para a obtenção do Título de Doutor em Educação Matemática.

Rio Claro (SP)

2007

310 Campos, Celso Ribeiro
C198e A educação estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da estatística em cursos de graduação / Celso Ribeiro Campos. -- Rio Claro : [s.n.], 2007
242 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Tese (doutorado). – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Maria Lucia Lorenzetti Wodewotzli

1. Estatística. 2. Educação - Estatística. 3. Modelagem. 4. Matemática. 5. Educação crítica. I. Título,

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Comissão Examinadora

_____

Profª Drª Maria Lucia Lorenzetti Wodewotzki (Orientadora)

_____

Profª Drª Sandra Maria Pinto Magina

_____

Profª Drª Cileda de Queiroz e Silva Coutinho

_____

Prof. Dr. Antonio Carlos Simões Pião

_____

Prof. Dr. Otávio Roberto Jacobini

_____

Aluno: Celso Ribeiro Campos

Rio Claro, 28 de novembro de 2007

Resultado: _____

À minha mãe Neyde Ribeiro Campos. Não tenho palavras para expressar o quão grande é o amor e o respeito que sinto, só não são maiores do que a falta que ela faz. (*in memorian*)

AGRADECIMENTOS

À professora Maria Lucia, pela orientação, apoio, compreensão, paciência, prontidão e por ter acreditado no projeto e em mim.

Aos professores membros da banca avaliadora, pelos conselhos e sugestões.

Aos colegas do GPEE, Otávio, Bete, Miriam, Denise e Luzia, por toda ajuda e apoio que sempre me deram.

Aos professores do programa de pós-graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro, todos competentes educadores e referências como pesquisadores na área pedagógica.

Aos colegas do programa, parceiros nessa jornada, sempre incentivando e ajudando a todos com muita competência.

Aos funcionários do IGCE, sempre prontos a atender as dúvidas e as solicitações que a todo tempo apresentamos.

Aos meus queridos alunos, que sempre foram a fonte de inspiração que alimentou minha verve pedagógica e em especial agradeço àqueles que em muito se empenharam nos projetos apresentados neste trabalho e cuja contribuição foi inestimável para o sucesso desta pesquisa.

À minha noiva Adriana, *mo anam cara*, pela ajuda, compreensão, apoio, paciência e por estar sempre presente a meu lado nos bons e maus momentos.

Ao Renato, pela participação no projeto e pela ajuda na revisão.

À minha família, pelo incentivo que sempre me deram para continuar o caminho de estudos e pesquisa.

A todos os meus amigos e demais pessoas que torceram por mim e que de alguma forma contribuíram para o cumprimento dessa jornada.

A Deus, *maranata*!

"Nunca desafie um sonhador... o sonho sempre vence o ceticismo" (Sérgio Dantino).

SUMÁRIO

Índice.....i

Índice de Tabelas.....v

Índice de Gráficos.....vi

Índice de Figuras.....vi

Resumo.....vii

Abstract.....viii

Introdução.....1

Capítulo 1- Metodologia.....12

Capítulo 2- Fundamentos Teóricos da Educação Estatística.....34

Capítulo 3- A Modelagem Matemática.....64

Capítulo 4- A Pedagogia Crítica, a Educação Crítica e a Matemática Crítica.....76

Capítulo 5- Projeto 1: A Estatística e o Mercado de Capitais.....112

Capítulo 6- Projeto 2: O Teste do Qui-Quadrado.....168

Conclusão.....193

Bibliografia.....207

Anexos.....215

ÍNDICE

Introdução.....1

Problemática.....2

Justificativa – Relevância.....5

Estruturação.....7

Capítulo 1- Metodologia.....12

1.1- Nossa pesquisa é qualitativa.....12

1.2- Estatística x Pesquisa Qualitativa.....14

1.3- Os Dados.....15

1.4- A Teoria.....17

1.5- A Prática.....21

1.6- A Validação.....22

1.7- Professor-pesquisador ou pesquisador-professor?.....23

1.7.1- Dialética da teoria educacional com a prática docente.....26

1.7.2- Nosso posicionamento nesta pesquisa.....31

Capítulo 2- Fundamentos Teóricos da Educação Estatística.....34

2.1- A Literacia Estatística.....35

2.2- O Pensamento Estatístico.....39

2.3- O Raciocínio Estatístico.....42

2.4- Raciocínio + Pensamento + Literacia.....49

2.5- Raciocínio Estatístico x Raciocínio Matemático.....56

2.6- Metas e recomendações para o ensino de Estatística.....61

Capítulo 3- A Modelagem Matemática.....64

3.1- O que é a modelagem matemática.....65

3.2- As etapas do processo de modelagem.....67

3.3- A modelagem e o ensino de Matemática.....68

3.4- A modelagem matemática e esta pesquisa.....71

Capítulo 4- A Pedagogia Crítica, a Educação Crítica e a Matemática Crítica.....76

4.1- O trabalho de Paulo Freire.....77

4.1.1- A Educação.....78

4.1.2- Educação Bancária e Educação Problematizadora.....79

4.1.3- O diálogo.....81

4.1.4- Reflexão e conscientização.....82

4.2- A Pedagogia Crítica de Henry Giroux.....84

4.2.1- A Educação social em sala de aula.....85

4.2.2- Esferas públicas democráticas.....86

4.2.3- Intelectuais transformadores.....87

4.2.4- Objetivos.....90

4.2.5- A Sala de Aula – Procedimentos.....92

4.3- A Educação Crítica segundo Ole Skovsmose.....95

4.3.1- A Educação Matemática e a Educação Crítica.....96

4.3.2- A Democracia.....99

4.3.3- O Conhecimento Reflexivo.....101

4.3.4- O diálogo e a matemacia.....102

4.4- A Educação Crítica e a Educação Estatística.....104

4.5- A Educação Estatística Crítica.....107

Capítulo 5- Projeto 1: A Estatística e o Mercado de Capitais.....112

5.1- Introdução.....112

5.2- Projeto 1: A Estatística, o Mercado de Capitais e a Responsabilidade Social.....113

5.2.1- Revisão teórica.....115

5.2.1.1- Análise de risco-retorno.....116

5.2.1.2- Exemplo 1.....118

5.2.1.3- O Coeficiente β.....121

5.2.1.4- Regressão Econométrica.....123

5.2.1.5- Exemplo 2.....124

5.2.1.6- Séries Temporais.....126

5.2.2- Operacionalização.....132

5.2.2.1- Etapa 1.....133

5.2.2.2- Etapa 2.....134

5.2.2.3- Etapa 3.....134

5.2.2.4- Etapa 4.....135

5.2.2.5- Etapa 5.....136

5.2.3- Execução e Análise.....136

5.2.3.1- Etapa 1.....137

5.2.3.2- Etapa 2.....140

5.2.3.3- Etapa 3.....144

5.2.3.4- Etapa 4.....146

5.2.3.5- Análise (I)…….156

5.2.3.6- Etapa 5.....158

5.2.3.7- Análise (II)……..……...164

Capítulo 6- Projeto 2: O Teste do Qui-Quadrado…..…….....168

6.1- Introdução.....168

6.2- Revisão Teórica.....169

6.2.1- Os Testes de Significância.....171

6.2.2- Teste de Qui-Quadrado para Independência ou Associação.....173

6.2.3- Exemplo.....174

6.3- Operacionalização.....176

6.4- Execução.....177

6.4.1- Etapa 1.....177

6.4.2- Etapa 2.....179

6.4.3- Etapa 3.....181

6.4.4- Análise.....184

6.4.4.1- As Capacidades.....185

6.4.4.1.1- Desenvolvemos a literacia?.....186

6.4.4.1.2- Desenvolvemos o pensamento?.....187

6.4.4.1.3- Desenvolvemos o raciocínio?.....188

6.4.4.2- A Estatística Crítica.....190

Conclusão.....193

Questões Centrais.....194

Síntese das análises.....200

Considerações finais.....203

Bibliografia.....207

Anexos......215

Anexo 1: Relatório.....215

Anexo 2: Petrobrás PN.....222

Anexo 3: Resumo do filme: O Jardineiro Fiel.....227

Anexo 4: The Constant Gardener.....229

Anexo 5: Voto nulo e antiinflamatório.....232

Anexo 6: Robôs e o Mercado de Capitais.....234

Anexo 7: Menina de Ouro.....239

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Os objetivos das atividades podem distinguir as três capacidades.....55

Tabela 5.1- Preços de fechamento e retornos observados de Vale do Rio Doce PN na BOVESPA.....119

Tabela 5.2 – Formas funcionais convencionais.....123

Tabela 5.3 – Empresas selecionadas na Etapa 1 do projeto.....138

Tabela 5.4 – Critérios para compra e venda de ações do Grupo VI.....153

Tabela 6.1 – Freqüências observadas e esperadas de k eventos.....170

Tabela 6.2 – Distribuição de χ^2 com υ graus de liberdade.....173

Tabela 6.3- Níveis de renda × municípios.....175

Tabela 6.4- Freqüências esperadas.....175

Tabela 6.5 – Temas e variáveis associadas.....178

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1- Assimetria positiva.....121

Gráfico 5.2- Valor de Fechamento das ações Petrobrás PN, código PETR4, na BOVESPA, entre 21/10/2004 e 20/10/2005.....127

Gráfico 5.3- Ativo Petrobrás PN (PETR4) regularizado com média móvel de 20 dias.....128

Gráfico 5.4- Ativo Petrobrás PN (PETR4) regularizado com média móvel de 60 dias.....128

Gráfico 5.5- Linha de tendência e respectiva equação para a série histórica do preço de fechamento do ativo PETR4 na BOVESPA entre 21/10/2004 e 20/10/2005.....129

Gráfico 5.6- Linha de tendência sobre média móvel de 20 dias do ativo PETR4.....130

Gráfico 5.7- Linha de tendência sobre média móvel de 60 dias do ativo PETR4.....130

Gráfico 5.8: Sobreposição das médias móveis tamanho 20 e 60 da série histórica de dados do ativo PETR4.....131

Gráfico 5.9 – Ativo Bradesco PN, 29/06 a 01/08/2006, Grupo V.....152

Gráfico 6.1 – Curva característica da distribuição de qui-quadrado.....172

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1- Domínios independentes, com alguma interseção.....50

Figura 2.2- Raciocínio e Pensamento contidos na Literacia.....50

Figura 2.3- O conjunto universo da Estatística contém elementos que não desenvolvem aspecto algum das três capacidades.....51

Figura 3.1 – Esquema simplificado do processo de modelagem.....68

Figura 4.1- Diálogo segundo Freire.....81

Figura 7.1- Esquematização da Educação Estatística Crítica.....203

RESUMO

Este trabalho tem dois objetivos principais:

a) o estudo teórico sobre os fundamentos da didática da Educação Estatística e sua integração com a Educação Crítica e com a Modelagem Matemática;

b) a aplicação dessa integração no microcosmo da sala de aula, com o desenvolvimento e a execução de projetos pedagógicos voltados para esse fim.

No levantamento dos fundamentos teóricos da didática da Estatística, pesquisamos os principais autores que publicaram pesquisas recentes sobre o assunto e observamos que eles defendem que o planejamento da instrução deve possibilitar o desenvolvimento de três importantes competências, quais sejam a literacia, o raciocínio e o pensamento estatístico, sem as quais não seria possível realizar o ensino/aprendizagem dessa disciplina com sucesso.

A Modelagem Matemática e o trabalho com projetos servem, nesta pesquisa, como estratégia pedagógica utilizada para conceber os projetos de ensino que buscam construir e desenvolver as capacidades já listadas.

A Educação Crítica se faz presente nos projetos com a problematização e a tematização do ensino, o trabalho com dados reais, contextualizados, o estímulo ao debate e ao diálogo, a desierarquização e a democratização do ambiente pedagógico da sala de aula, o incentivo à capacidade crítica dos alunos, a valorização do conhecimento reflexivo e a preparação do estudante para interpretar o mundo, praticar o discurso da responsabilidade social e a linguagem crítica, incentivando a liberdade individual, a ética e a justiça social.

Conjugando essas três idéias, emerge neste trabalho a concepção de Educação Estatística Crítica, que se mostra presente nos dois projetos aqui apresentados.

Palavras-chave: Educação Estatística; Modelagem Matemática; Educação Crítica.

ABSTRACT

The main goals of this thesis are:

a) the theoretical study of the Statistic Education's didactical basis and its integration with the Critical Education and the Mathematical Modeling;

b) the application of this integration in the classroom, with the development and the execution of pedagogical projects toward this end.

In the research of the theoretical basis of the Statistic's didactic, we search the main authors who had published recently researches about this subject and we observe that they indorse that the instruction planning must be able to develop three important capacities, which are: the literacy, the reasoning and the statistical thinking. Otherwise, it would not be possible to carry through successfully the education and learning of this discipline.

The Mathematical Modeling and the work with projects are used, in this research, as a pedagogical strategy to create the education projects looking for build up the capacities already mentioned.

The Critical Education is present in the projects with the problematization and the thematization, the real data manipulation, contextualized, the discussion stimulation, the non-hierarchyzation, the democratic values acquired in the pedagogical environment of the classroom, the capacity stimulation of the students to be critical, the reflexive knowledge valuation and the student preparation to explain the world, the practicing speech of the social responsibility and the critical language, stimulating the individual freedom, the ethics and social justice.

Putting together these ideas, the Critical Statistics Education's concept appears in this thesis in two projects, presented here.

Key-words: Statistics Education; Mathematical Modeling; Critical Education

Introdução

A Educação Matemática vem se desenvolvendo bastante nas últimas décadas, inclusive no Brasil onde recentemente o IGCE (Instituto de Geociências e Ciências Exatas) da UNESP (Universidade Estadual Paulista) comemorou os 20 anos do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Também merecem destaque o programa de Mestrado em Educação da Matemática desenvolvido na PUC-SP[1] a partir de 1994 (que atualmente já inclui o nível de doutorado, além do mestrado profissional), a Seção de Educação Matemática da Pós-Graduação da UNICAMP[2] , iniciada também em 1994 nos níveis de mestrado e doutorado, além da inserção da Didática da Matemática como área de concentração em programas de Pós-Graduação de outras instituições. Tal desenvolvimento leva os pesquisadores a avançar cada vez mais na investigação dos aspectos didáticos, pedagógicos, epistemológicos, filosóficos e científicos dos diversos conteúdos matemáticos em seus mais variados níveis de ensino.

Nesse contexto, a Educação Estatística aparece como objeto de análise em diversos centros de pesquisa no mundo, notadamente na Europa e na América do Norte, onde se destacam o IASE[3] (*International Association for Statistical Education*) e a ASA[4] (*American Statistics Association*).

Um marco importante para a história da Educação Estatística ocorreu em 1948, quando o ISI (*International Statistical Institute*) estabeleceu o *Statistical Education Commitee*, que em 1991 se tornou o IASE. Essa associação tem por objetivos:

1. promover o entendimento e o avanço da Educação Estatística e de seus assuntos correlacionados;
2. fomentar o desenvolvimento de serviços educacionais efetivos e eficientes por meio de contatos internacionais entre indivíduos e organizações, incluindo educadores estatísticos e instituições educacionais.

[1] Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
[2] Universidade Estadual de Campinas, SP.
[3] O endereço eletrônico do IASE na *internet* é: *www.stat.auckland.ac.nz/~iase*
[4] O endereço eletrônico da ASA na *internet* é: www.amstat.org

A ASA configura-se como uma organização científica e educacional, que visa a promover as práticas, aplicações e pesquisas estatísticas, bem como aperfeiçoar a Educação Estatística.

Várias publicações são disponibilizadas por essas instituições internacionais, tais como *Newsletters*, *Journals*, *Papers* etc. Em língua portuguesa, tanto no Brasil quanto em Portugal, algumas teses e dissertações têm sido escritas sobre esse tema, bem como vários artigos já foram publicados pelos estudiosos da área. Cazorla (2006) apresenta em seu trabalho um valioso levantamento sobre as pesquisas em Educação Estatística no Brasil.

Com o objetivo de incentivar as pesquisas na UNESP, foi constituído no ano de 2004 no *campus* de Rio ClarO, o Grupo de Pesquisa em Educação Estatística (GPEE), do qual fazemos parte. Este grupo reúne alguns alunos, ex-alunos e professores do programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, interessados em aprofundar as investigações sobre os aspectos mais relevantes relacionados com o ensino e a aprendizagem de Estatística, levantando as principais publicações mundiais sobre o tema e também produzindo material próprio para pesquisa.

Como professores de Estatística em cursos de Graduação, procuramos levar nossa experiência profissional e acadêmica para as reuniões do grupo para, juntamente com os levantamentos bibliográficos, enriquecermos os debates e traçarmos as linhas de pesquisa para realizarmos nosso objetivo de produzir um material de referência sobre o assunto em pauta.

Dessa forma, este trabalho se apresenta como resultado da produção gerada nesse ambiente acadêmico, essencialmente nascido dos debates e troca de idéias e experiências entre os membros do GPEE, bem como em todo o IGCE.

Nosso interesse em relação à Educação Estatística surge na medida em que, trabalhando há alguns anos como professores dessa disciplina em cursos de graduação, de maneira recorrente nos perguntamos se estamos valorizando os aspectos mais importantes da disciplina, se o fazemos de forma didaticamente significativa e por que os índices de reprovação e de insatisfação com a matéria se mantêm em níveis elevados.

- **Problemática**

Cordani (2001) afirma que:

> O que se assiste, em grande parte dos cursos universitários, é uma aversão generalizada dos alunos pela disciplina de Estatística, geralmente oferecida nos primeiros semestres da graduação, e que apresenta um alto índice de reprovação (pp. 19-20).

Ao pensarmos sobre o ensino de Estatística nos diversos cursos de graduação, inicialmente nos indagamos quais seriam as maiores dificuldades dos estudantes em aprender seus principais conceitos. Entretanto, esse tipo de indagação se apresenta como demasiado superficial e ingênuo, visto que a apreensão dos conceitos por parte dos alunos se configura como elo final da cadeia da educação e a questão deve ter sua análise inicial focada no aspecto global do processo ensino/aprendizagem e não apenas em seu resultado. Dessa forma, apresentamos a seguir algumas questões que nos parecem mais relevantes para iniciar nosso trabalho de pesquisa:

- Qual a ênfase, qual o foco dos programas de Estatística dos cursos de graduação?
- Os professores valorizam os aspectos técnicos e operacionais da disciplina?
- Há preocupação em desenvolver capacidades no ensino da Estatística?
- Que tipo de capacidade pode ser desenvolvida ou quais capacidades são relevantes ao trabalho com Estatística?

Com base num levantamento bibliográfico preliminar que fizemos, encontramos diversos aspectos relacionados à Educação Estatística que se apresentam como fundamentais para nortear nossa investigação.

Esses aspectos dizem respeito aos métodos de ensino de Estatística e aos seus objetivos, ou seja, se preocupam em debater O QUE ensinar e COMO ensinar, com base em METAS a serem atingidas pelos alunos.

São essencialmente esses pontos que pretendemos investir neste trabalho, com base nas seguintes questões centrais:

- Quais são os principais aspectos que norteiam a Educação Estatística e que podem servir de base para uma definição dos Fundamentos Teóricos da Didática da Estatística?

- É possível trabalhar esses aspectos em consonância com a estratégia pedagógica da Modelagem Matemática, promovendo atividades educacionais na forma de projetos de ensino?

- Os preceitos da Educação Crítica e da Educação Matemática Crítica podem ser ligados aos Fundamentos Teóricos da Didática da Estatística na composição desses projetos pedagógicos?

Para responder à primeira questão, faremos uma extensa pesquisa bibliográfica que englobará dissertações de mestrado, teses de doutorado, artigos em periódicos especializados, anais de congressos internacionais de educação, além de livros editados sobre o tema. Com esse levantamento, organizaremos um quadro teórico dos aspectos mais relevantes à Didática da Estatística, visando a:

a) fornecer embasamento teórico às pesquisas em ensino da Estatística;
b) melhorar o entendimento das dificuldades dos estudantes;
c) estabelecer parâmetros para um ensino mais eficiente dessa disciplina;
d) auxiliar o trabalho do professor na construção de suas aulas;
e) sugerir metodologias de avaliação diferenciadas, centradas em METAS estabelecidas e em COMPETÊNCIAS a serem desenvolvidas.

Nosso trabalho tem, então, dois focos principais:

1. o estudo teórico sobre os fundamentos da didática da Educação Estatística e sua integração com os princípios da Educação Matemática Crítica e com a estratégia pedagógica da Modelagem Matemática;

2. a aplicação dessa integração no microcosmo da sala de aula, com o desenvolvimento e a execução de projetos pedagógicos voltados para esse fim.

Assim, com base na fundamentação teórica levantada por ocasião da primeira questão, pretendemos apresentar nesta pesquisa algumas sugestões úteis para o trabalho em sala de aula, na forma de projetos de ensino. De maneira geral, essa parte prática terá sido aplicada efetivamente no dia-a-dia da sala de aula, de forma a não divagar sobre situações ideais, inatingíveis, que se configurem como fora da realidade da vida escolar comum da maioria dos professores das universidades brasileiras. Entendemos que, dessa maneira, conjugando a teoria e a prática, estaremos, com este trabalho, mostrando as potencialidades da utilização dos conceitos da Educação Estatística no enfrentamento das dificuldades do ensino de Estatística em cursos de graduação.

- **Justificativa - Relevância**

A Estatística apresenta-se como disciplina obrigatória nos diversos campos de formação acadêmica, nas Áreas de Ciências Exatas, Humanas e Biológicas. Seria redundante discorrer sobre a importância da Estatística nos cursos de Exatas, mas ressaltamos que sua relevância se mostra não menos destacada nas áreas de Ciências Sociais e também nas Biomédicas e de Saúde. Cursos como Economia e Administração de Empresas têm na Estatística uma importante ferramenta para estudo e análise dos diversos fenômenos de interesse geral e específico da formação profissional. Vemos hoje, nos cursos de graduação, disciplinas como Estatística aplicada à Educação, Estatística Econômica, Bioestatística etc., demonstrando a disseminação dessa disciplina pelas mais variadas áreas de formação acadêmica e profissional.

Os pesquisadores, de um modo geral, aplicam os princípios da Estatística para fundamentar suas hipóteses e a metodologia quantitativa serve como base para trabalhos de investigação nas mais diversas áreas de conhecimento. Segundo Cordani (2001), fazer ciência representa seguir um conjunto de procedimentos aos quais a Estatística está sempre atrelada.

Batanero (2001) destaca que:

> A relação entre o desenvolvimento de um país e o grau em que seu sistema estatístico produz estatísticas completas e confiáveis é clara, porque esta informação é necessária para a tomada de decisões acertadas do tipo econômico, social e político. A educação estatística, não só dos técnicos que produzem essas estatísticas, mas dos profissionais e cidadãos que devem interpretá-las e tomar por sua vez decisões baseadas nessas informações, assim como dos que devem colaborar na obtenção dos dados requeridos, é, portanto, um motor de desenvolvimento (p. 3).

A Estatística está presente na vida do homem desde a antiguidade, quando se fazia uso de levantamentos do tipo censo. Apesar disso, a Estatística como ciência pode ser considerada recente na medida em que suas primeiras teorias formalizadas emergiram no século XIX. Desde então sua importância só vem crescendo mediante suas variadas aplicações, principalmente no campo experimental. Segundo Sousa (2002):

> Os resultados obtidos com a aplicação dos métodos estatísticos na resolução de problemas dos diversos domínios do conhecimento, aliados à evolução tecnológica dos últimos anos, fizeram com que os conhecimentos estatísticos se tornassem indispensáveis em todos os domínios (pp. 24-25).

Batanero (2001) ainda afirma que "é indiscutível que o século XX foi o século da Estatística, que passou a considerá-la uma das ciências metodológicas fundamentais e base do método científico experimental" (p.7).

Mas a Estatística não se resume à ciência ou à pesquisa. Ela está em nossa sociedade, na política, no esporte, nos meios de comunicação, nas loterias, no lazer e também na educação.

Diante dessa crescente utilização, entendemos ser importante exercer uma reflexão sobre os aspectos relacionados à disciplina Estatística, principalmente na graduação, nos chamados cursos introdutórios e nas disciplinas aplicadas. Para tanto, nos voltamos à Educação Estatística, que é essencialmente o objeto de estudo deste trabalho. Em nossa pesquisa bibliográfica, encontramos no Brasil poucas publicações relevantes sobre seus fundamentos, evidenciando ser esta uma área pouco explorada no âmbito educacional em nosso país. Entretanto, o mesmo não se pode dizer em relação aos grandes centros da Europa e da América do Norte, que já produzem muita pesquisa nessa área, procurando desvendar as dificuldades e os percalços do ensino dessa disciplina, que mesmo nessas regiões apresentam problemas e dificuldades em lograr sucesso.

Sánches-Cobo (1996) e Ortiz de Haro (1999) revelam, por exemplo, que a investigação didática está começando a mostrar como alguns erros conceituais e uma pedagogia inadequada se transmitem com uma freqüência muito grande nos livros didáticos de Estatística. Neste trabalho, o segundo projeto, que apresentaremos no capítulo 6, foi concebido com base em uma apresentação que consideramos inadequada, de um conceito em um livro texto de Estatística largamente utilizado no ensino superior.

Um indicador importante sobre a relevância da investigação em Educação Estatística é a variedade de publicações periódicas que encontramos em nossa pesquisa bibliográfica, tais como *Teaching Statistics* (Inglaterra), *Journal of Statistical Education* (Estados Unidos) e o *Statistics Education Research Journal*, publicado pelo IASE. Essa associação promove a cada quatro anos o ICOTS[5], cuja 7ª edição, em julho de 2006, foi sediada na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. Esse evento tende a incentivar a comunidade acadêmica a produzir mais trabalhos de investigação, inserindo o Brasil entre os países que se configuram como referência no estudo e na divulgação da Educação Estatística.

- **Estruturação**

[5] *International Conference on Teaching Statistics*,

Nossa pesquisa é organizada em três partes principais, detalhadas a seguir.

a) Primeira Parte

Essa primeira parte é essencialmente teórica. Ela é basicamente composta por quatro capítulos específicos.

No primeiro capítulo, apresentamos os aspectos metodológicos desta pesquisa, ou seja, fazemos a exposição dos aspectos ideológicos que estruturam e compõem o *pano de fundo* da visão de educação, de conhecimento e de pesquisa em que acreditamos e que defendemos. Apesar de a Estatística ser uma das principais ciências estruturadoras das pesquisas quantitativas, mostramos que nosso trabalho, centrado na *Educação Estatística*, está inserido nos pressupostos caracterizados pelas pesquisas denominadas qualitativas.

Posteriormente, no segundo capítulo, enveredamos nossa pesquisa sobre os fundamentos teóricos da Educação Estatística. Nosso objetivo aqui é organizar os aspectos teóricos mais relevantes, publicados nas edições dos principais periódicos voltados ao ensino da Estatística, em especial os europeus e os norte-americanos. Enfatizamos as contribuições dos seguintes autores, entre outros: Carmen Batanero (Espanha), Gary Smith, Deborah Rumsey, Joan Garfield, Robert delMas, Beth Chance (Estados Unidos), Iddo Gal (Israel), Maxine Pfannkuch e Chris Wild (Nova Zelândia).

No terceiro capítulo nós apresentamos as idéias da Educação Matemática que conjugam objetivos com a Educação Estatística e que norteiam também a elaboração das atividades práticas aqui propostas. O principal foco dessa seção é a Modelagem Matemática e os autores que nos servem de referência são, principalmente, Rodney Bassanezi, Ubiratan D'Ambrosio, Nelson Hein e Maria Salett Biembengut, entre outros.

Finalizando essa parte, no quarto capítulo nós fazemos uma pesquisa sobre a Educação Crítica e suas conseqüências para o ensino da Matemática (em geral) e da Estatística (em particular). Nessa seção, apresentamos a idéia de Educação Estatística Crítica, que fundamentou o planejamento dos projetos pedagógicos que apresentamos na segunda parte desta investigação. Os autores que nos servem de referência são, principalmente, Paulo Freire, Henry Giroux e Ole Skovsmose, entre outros.

b) Segunda Parte

Essa é a parte prática, na qual focamos a sala de aula e apresentamos dois projetos de ensino que criamos com o objetivo de trabalhar as principais competências estatísticas investigadas na parte anterior. Esses projetos, apresentados nos capítulos cinco e seis, foram elaborados com base nos princípios da Modelagem Matemática e procuraram ir ao encontro dos objetivos de ensino traçados pela Educação Crítica.

Na linha do *aprender Estatística fazendo Estatística*, apresentamos então nossas idéias de projetos de pesquisa que podem ser realizados pelos estudantes nos cursos de graduação. Ambos os projetos que apresentamos nessa parte foram desenvolvidos em situações reais de ensino em sala de aula, ao longo do ano de 2006.

Esses projetos trabalham uma Estatística voltada para o concreto, para a prática, para assuntos da vida cotidiana dos estudantes e dão suporte para debates e discussões acerca de temas políticos, sociais e econômicos relevantes para a sociedade em que vivemos, além de abordarem as competências estatísticas que desejamos fomentar nos aprendentes. A concepção desse trabalho com projetos é concordante com a definição dada por Jacobini (2004):

> [...] uma forma pedagógica de trabalho em que um programa de estudo é desenvolvido a partir da organização e do desenvolvimento curricular, com a explícita intenção de transformar o aluno de objeto em sujeito e baseada na concepção de que a educação é um processo de vida e não apenas uma preparação para o futuro ou uma forma de transmissão da cultura e do conhecimento (pp. 51-52).

A pedagogia de projetos conjuga-se com os princípios da Modelagem Matemática, na medida em que esta se ocupa de transformar problemas reais em linguagem matemática para solucioná-los dentro de um contexto no qual os conhecimentos são construídos e/ou reconstruídos à medida em que surgem as necessidades de aplicá-los no entendimento/interpretação das situações enfrentadas.

A Educação Crítica se mostra presente nos objetivos desses projetos, em situações que trabalham o conhecimento reflexivo e que propõem discussões sobre problemas sociais relevantes, estimulando os alunos a debaterem os aspectos políticos ligados à realidade sócio-econômica em que se vive em nosso país.

Os projetos apresentados nessa parte foram criados e discutidos no âmbito do GPEE e alguns foram apresentados em artigos que escrevemos para apresentação em congressos, como o CAREM[6] (*Conferencia Argentina de Educación Matemática*) e o CIBEM[7] (Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática) . Eles foram concebidos com o intuito de levar o aluno à reflexão e incentivá-lo a promover análises e interpretações num ambiente de Estatística aplicada a diversas áreas, como a Economia, a Administração e outras.

c) Terceira Parte

No último capítulo, faremos a exposição de nossas conclusões sobre o objeto desta pesquisa, analisando as possíveis respostas às questões centrais levantadas nesta introdução.

Destacaremos a preocupação em desenvolver um trabalho centrado no aluno, com base em situações concretas, de cunho significativo para ele, privilegiando a investigação, discussão e análise crítica da realidade, que se contrapõe ao que Skovsmose (2000) chama de paradigma do exercício, no caso da Matemática, no qual "o professor apresenta as idéias e técnicas matemáticas e depois os alunos trabalham os exercícios" (p.67).

Segundo nossa visão, o trabalho pedagógico cunhado numa Educação Crítica mostra convergência com os objetivos de uma sociedade democrática e traz para o processo de ensino/aprendizagem uma fundamentação independente e original, que valoriza o aspecto humano e conduz a sala de aula para uma dimensão mais abrangente de discussão de idéias, na medida em que debate temas relacionados aos conceitos de liberdade, igualdade, respeito e justiça social.

---

[6] Sediado em Buenos Aires, Argentina, em outubro de 2004.
[7] Sediado em Porto, Portugal, em julho de 2005.

Argumentaremos que os projetos apresentados se conjugam também com a idéia de Smith (1998), que afirma que uma forma de desenvolver as competências estatísticas nos alunos é incorporar estratégias de aprendizagem ativa que permitem aos alunos aplicar os conhecimentos adquiridos em situações nas quais eles realmente precisem *fazer* Estatística.

Pretendemos analisar os resultados decorrentes do desenvolvimento das estratégias pedagógicas aqui descritas, mostrando que o trabalho com um conteúdo programático com base em temas, situações-problema ou projetos escolhidos pelos grupos de alunos ou trazidos pelos professores para a sala de aula, mas sempre relacionados com uma situação real, cotidiana ou de interesse profissional, reflete diretamente na motivação, interesse e compromisso manifestados pelos aprendentes[8].

Fazendo uma análise global da problemática aqui exposta, objetivamos mostrar que teoria e prática em Educação Estatística são partes do mesmo todo e que não podem ser dissociadas, sob o risco de se perder a melhor significação de *Educação* ou de *Estatística*.

[8] Usamos neste trabalho o termo *aprendente* para fazer referência ao aluno em um processo de aprendizagem e que aprende num sentido dinâmico, participativo, co-autor de sua educação.

Cap. 1 – Metodologia

De maneira geral, as pesquisas investigam o homem e/ou o mundo em que ele vive. Todo esforço de pesquisa, de alguma forma, visa a transformar esse mundo e/ou a explicá-lo criando objetos, concepções, idéias, enfim, conhecimentos. Isso vem sendo feito desde há muito tempo, numa escala secular, remontando às origens da filosofia. Num momento mais recente dessa história, estabeleceu-se a idéia de paradigma de pesquisa, que norteia a definição e a formulação do problema a ser pesquisado e ainda implica na abordagem que o pesquisador faz a esse problema. As concepções que o pesquisador tem de ciência, de pesquisa e de conhecimento devem ser concordantes com o modelo de investigação que ele adota, interferindo diretamente no processo e no produto de seu trabalho.

1.1 – Nossa pesquisa é qualitativa

O tipo de investigação que pretendemos fazer neste trabalho não tem por base as observações empíricas, nem pretende explicar fatos por meio de leis e teoremas, tampouco pretende fazer previsões (no sentido estatístico). Nosso estudo é centrado na análise de fenômenos humanos e sociais ligados à educação, procurando as significações dos fatos dentro do contexto em que eles ocorrem. Não pretendemos reduzir os fatos sociais a *coisas* regidas e estruturadas por leis naturais, mas sim valorizar a consciência, considerando o sujeito pensante como uma fonte mais importante do que o objeto pensado.

Nossa problemática de pesquisa não se baseia em uma hipótese designada *a priori* ou a variáveis susceptíveis de avaliação por uma teoria pré-concebida. O problema que nos propomos a investigar decorre de um processo indutivo e se define à medida que o exploramos em seu contexto natural (social). Entendemos nosso problema como um obstáculo que assim é percebido pelos sujeitos envolvidos na pesquisa. Esse obstáculo merece, de nossa parte, uma análise global, assistemática, orientada e reorientada mediante a imersão que nós, pesquisadores, fazemos em seu âmago.

A identificação do problema e sua delimitação pressupõem que o pesquisador realize uma imersão na vida, no contexto, nas circunstâncias passadas e presentes que condicionam o problema. Pressupõem, também, um compartilhamento de experiências e percepções que os sujeitos possuem dos problemas analisados para estudar os fenômenos além do que eles se apresentam à primeira vista.

Segundo essa identificação, nosso trabalho se insere nos pressupostos caracterizados pelas pesquisas denominadas qualitativas. Sem nos distanciar do que concebemos por ciência, vamos esclarecer melhor essa identificação, citando Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004): "a ciência tem por objetivo explicar os fenômenos e não apenas descrevê-los" (p.127) e ainda "a dimensão interpretativa das ciências humanas seria a principal razão pela qual estas são vistas como fundamentalmente diferentes das ciências da natureza" (p.126). Neste contexto, os autores acima afirmam também que "a principal característica das pesquisas qualitativas é o fato de que estas seguem a tradição 'compreensiva' ou interpretativa" (p.131, grifo do autor).

Nosso entendimento sobre o termo qualitativo é concordante com Bicudo (in: BORBA e ARAUJO, 2004):

> Qualitativo engloba a idéia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões. O significado atribuído a essa concepção de pesquisa também engloba noções a respeito de percepções de diferenças e semelhanças de aspectos comparáveis de experiências. (p.104)

No papel de pesquisadores (qualitativos), não nos identificamos como relatores passivos de um fenômeno estudado. Nós mantemos uma conduta essencialmente participante e inserimos nossas percepções e nossas concepções acerca da problemática, da qual somos parte e com a qual interagimos dinamicamente por meio da literatura que revisitamos e dos sujeitos com os quais compartilhamos os obstáculos aqui delineados.

Assumimos, ao longo desse trabalho, um compromisso de propor, elaborar, prover e praticar uma intervenção ativa na problemática, provocando uma interação participativa dos sujeitos pesquisados em busca de uma compreensão mais aprofundada do nosso objeto de estudo, negociando possibilidades concretas de enfrentamento dos obstáculos e criando relações dinâmicas entre nós, pesquisadores, e os sujeitos e objetos participantes desse trabalho.

Nosso universo de pesquisa, nosso chão, é a Educação Estatística. Nossa problemática, nosso objeto de pesquisa, são as dificuldades do ensino dessa disciplina nos cursos superiores. Nossa idéia de enfrentamento dessas dificuldades passa por uma revisão bibliográfica acerca dos aspectos teóricos relacionados ao problema e culmina numa apresentação, discussão e análise de estratégias práticas para o trabalho em sala de aula, que visam a transformar a realidade das dificuldades levantadas. Assim, nossa pesquisa pretende interagir com o problema, enfrentá-lo, confrontá-lo e experimentá-lo, investigando suas causas e conseqüências. Nesse contexto, a experiência do professor-pesquisador é um elemento fundamental, um elo imprescindível para a busca do sucesso dessa pesquisa e essa percepção de participação está para a pesquisa qualitativa assim como o professor está para seus alunos, assim como o ensino está para a aprendizagem.

1.2 – Estatística × Pesquisa Qualitativa

Como já citamos, a Estatística em geral e seus testes de hipóteses, em particular, têm sido uma ferramenta importante para uma metodologia de pesquisa fundamentada no positivismo, que passou a se denominar Pesquisa Científica, Naturalística ou Quantitativa.

Segundo esse paradigma de pesquisa, a validação de suas hipóteses ocorre com a experimentação e, de maneira apriorística, é fundamentada em leis e teorias empíricas, visando sempre a usar os fenômenos estudados para se estabelecer uma generalização. As variáveis envolvidas nos experimentos são controladas por meio de várias técnicas estatísticas, assim como os dados obtidos dos experimentos recebem tratamento estatístico especial para se validar ou refutar as hipóteses.

Contudo, nossa pesquisa se insere no âmbito das Ciências Sociais. Nela, os objetos, relações e conteúdos analisados dificilmente se traduzem em relações matemáticas. A dimensão interpretativa das Ciências Humanas figura como elemento diferenciador dessa para com as Ciências Naturais. Isso significa que nossas hipóteses não serão validadas no sentido estatístico. Segundo Alves-Mazzotti e Gewandszajder (1999):

> A confiabilidade e a aplicabilidade dos conhecimentos produzidos nas ciências sociais e na educação depende da seleção adequada de procedimentos e instrumentos, da interpretação cuidadosa do material empírico (ou dos 'dados'), de sua organização em padrões significativos, da comunicação precisa dos resultados e conclusões e da validação destes através do diálogo com a comunidade científica" (p. 146).

Por fim, gostaríamos de apontar aqui que, embora nosso objeto de estudo seja a Estatística, nosso foco é a Educação (daí a conjugação Educação Estatística). Sendo assim, estamos, sem conflito algum, inseridos do âmbito das pesquisas qualitativas, admitindo a visão interpretativa dos fenômenos, valorizando as "descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos" (GOLDENBERG, 2003, p.53).

1.3 – Os dados

Sobre as fontes de consulta que nos resultarão os dados dessa pesquisa, destacamos Goldenberg (2003): "Os dados da pesquisa qualitativa objetivam uma compreensão profunda de certos fenômenos sociais apoiados no pressuposto da maior relevância do aspecto subjetivo da ação social" (p.49).

Ainda, segundo Goldenberg (op. cit.):

> [...] a representatividade dos dados na pesquisa qualitativa em ciências sociais está relacionada à sua capacidade de possibilitar a compreensão do significado e a 'descrição densa' dos fenômenos estudados em seus contextos e não à sua expressividade numérica. A quantidade é substituída pela intensidade, pela imersão profunda (p.50).

As pesquisas em Ciências Sociais se distinguem em sua essência das pesquisa nas Ciências Naturais, pois as suas dimensões interpretativa, compreensiva e explicativa podem contribuir para a construção de teorias confirmáveis. Os sentidos e as significações dos fenômenos são o cerne para os pesquisadores qualitativistas. Capturá-

los, ouvindo e observando os sujeitos, e interpretá-los se configuram como atitudes mais significativas para nossa pesquisa do que a preocupação com a coleta de dados quantitativos.

Desse modo, o instrumento principal de investigação nas pesquisas qualitativas é o próprio pesquisador. Mesmo que sejam utilizados gravadores de áudio e de vídeo para o registro dos dados, é o entendimento e a interpretação que o pesquisador tem dos registros efetuados que se configuram como instrumento principal das análises.

As pesquisas qualitativas são orientadas mais pela preocupação com o processo do que com o produto. Interessa ao investigador verificar como um fenômeno se manifesta e se evidencia nas atividades e nas interações dentro do contexto do estudo.

Bogdan e Biklen (1994) fazem uma análise comparativa e afirmam que:

> As técnicas quantitativas conseguiram demonstrar, recorrendo a pré e pós-testes, que as mudanças se verificam. As estratégias qualitativas patentearam o modo como as expectativas se traduzem nas atividades, procedimentos e interações diários (p. 49).

Para as pesquisas educacionais, a abordagem qualitativa vem se apresentando como particularmente útil e adequada, pois permite ao professor-pesquisador realizar observações mais livres, deixando que padrões e categorias se manifestem de maneira natural e progressiva ao longo da coleta e análise dos dados.

Dessa forma, ao assumirmos nossa opção pela pesquisa qualitativa, nós nos valemos de um quadro teórico que justifica nossas escolhas e, além de fundamentar nossas hipóteses, compreendem por si só uma parte substancial dessa pesquisa.

Os dados que compõem nossa fonte de informações são basicamente compostos pelos relatórios elaborados pelos alunos a respeito dos projetos, de entrevistas não estruturadas e de notas de aula que compreendem as impressões do professor-pesquisador que interage continuamente com os aprendentes em situações concretas de ensino/aprendizagem.

Nessa pesquisa trabalharemos com um volume reduzido de dados, o suficiente para termos uma completa compreensão dos processos pedagógicos envolvidos em cada projeto. Procuraremos sempre impor a profundidade necessária na análise dos dados

para buscar o perfeito entendimento dos fenômenos didáticos que estudaremos ao longo das aplicações dos projetos, à luz do referencial teórico que por nós será delineado nos próximos capítulos.

Os dois projetos que descrevemos nessa pesquisa emergiram a partir de situações de ensino e aprendizagem nas salas de aula do curso de graduação em Ciências Econômicas, nas disciplinas de Estatística e Introdução à Estatística Econômica, sob a orientação e responsabilidade do professor-pesquisador, ao longo dos anos de 2005 e 2006, em uma instituição de ensino (faculdade) privada, localizada na cidade de São Paulo.

Trata-se de uma instituição que atende a estudantes de regiões periféricas da capital paulista e que, em sua grande maioria, trabalham durante o dia e estudam à noite. Essa instituição contava, em 2006, com aproximadamente 1.500 alunos distribuídos nos cursos de Administração de Empresas, Ciências Contábeis, Ciências Econômicas, Sistemas de Informação, Comércio Exterior, Direito e Pedagogia. A instituição mantém também um colégio no qual abriga estudantes de ensino fundamental e médio. Além disso, oferece alguns cursos de pós-graduação *latu sensu* na área de Administração de Empresas. É importante destacar que nessa faculdade também se observa que a maior parte dos estudantes paga as mensalidades com os rendimentos provenientes de seu próprio trabalho. É nesse ambiente que desenvolvemos nossa atividade profissional desde 1999, na área do ensino de Estatística.

1.4 – A Teoria

Nosso primeiro passo, à vista dos objetivos propostos neste trabalho, é fazer um levantamento bibliográfico sobre a teorização em Educação Estatística. Dessa forma, revela-se pertinente citar Luna (1998): "[...] uma revisão de literatura é uma peça importante no trabalho científico e pode, por ela mesma, constituir um trabalho de pesquisa" (p.80).

> Uma revisão teórica, em geral, tem o objetivo de circunscrever um dado problema de pesquisa dentro de um quadro de referência teórico que pretende explicá-lo. [...] O problema tem origem num quadro

> teórico que lhe dá, supostamente, coerência, consistência e validade. (idem, op. cit., p.83)

O quadro teórico que delineamos para essa pesquisa compõe o que chamamos de *Fundamentos Teóricos da Didática da Estatística*. Levantamos as principais publicações recentes sobre o assunto, focando os pesquisadores nacionais e internacionais mais destacados na área e construindo assim o nosso quadro de referências. Os periódicos internacionais constituíram a nossa principal fonte de consulta, pois apresentam o que de mais avançado se pesquisa no mundo sobre a Educação Estatística. Em termos nacionais, destacamos alguns autores, tais como Cordani (2001), do IME-USP[9], que publicou um trabalho de grande relevância sobre o ensino de Estatística na Universidade e que representa o Brasil no âmbito do ICOTS[10], e também o trabalho de Coutinho (1994), da PUC-SP[11], que coordena, juntamente com a professora Blanca Ruiz (México), um fórum virtual de debates sobre Educação Estatística chamado GILEE[12], que contava com 1.221 usuários registrados em 24/05/2006. Também merece menção o GPEE, de Rio Claro, SP, que vem publicando artigos sobre Educação Estatística, como Wodewotzki e Jacobini (2004).

A teorização aqui exposta trará um aprofundamento sobre os aspectos didáticos relevantes a essa problemática, focando-os sob uma óptica particular da Educação Estatística.

Ainda dentro do quadro teórico, fazemos uma incursão em dois temas que se apresentam pertinentes a esta investigação. São eles a Educação Crítica e a Modelagem Matemática, aqui focadas como estratégias pedagógicas.

A Modelagem Matemática não é um conceito que pode ser considerado novo, mas sua utilização na educação é relativamente recente, tendo se desenvolvido bastante nas últimas três décadas. São várias as obras de referência sobre a Modelagem Matemática, mas para este trabalho, teremos por base principalmente as obras de Bassanezi (2004) e Biembengut & Hein (2003).

---

[9] Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo.
[10] International Conference on Teaching Statistics, organizado pelo IASE (International Association for Statistical Education).
[11] Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
[12] http://br.groups.yahoo.com/group/GILEE/

No contexto da idéia de modelagem, referenciamos o trabalho de Smith (1998), que destaca a Estatística em Ação, ou seja, o *aprender Estatística fazendo Estatística*, principalmente centrado na idéia de promover o ensino da disciplina mediante a participação mais ativa do aluno em projetos de pesquisa. Essa idéia está estreitamente relacionada com os objetivos desta investigação e compõe também a base de criação dos projetos que apresentamos nos capítulos posteriores.

Smith (op. cit.) afirma que essa idéia está em consonância com o desenvolvimento do raciocínio estatístico. Ele acredita que a incorporação de estratégias de aprendizagem ativas (*active-learning strategies*) permite aos estudantes dar significação às coisas que eles ouvem e lêem sobre Estatística. Isso pode ser obtido em situações pedagógicas que envolvam realmente o ato de *fazer* Estatística, ou seja, planejamento de estudo, coleta de dados, análise de resultados, elaboração de relatórios e apresentações orais.

Ainda segundo Smith (op. cit.), projetos de ensino mais longos, que contenham atividades extra-classe envolvendo a coleta de dados reais a serem trabalhados com as ferramentas de análise estatísticas (*hands-on data collection and analysis*), são mais benéficos ou produzem melhores resultados de aprendizagem do que atividades de classe, que contêm mais restrições aos tipos de dados manipulados, não permitem uma etapa de planejamento e usam menos ferramentas de análise. A execução de relatórios dos projetos configura-se como uma etapa não-trivial de ensino de Estatística, que pode promover um incremento das habilidades de escrita dos estudantes, bem como auxiliar no entendimento do processo de maneira global, além de fomentar a literacia[13] dos estudantes.

A Educação Crítica é também parte desse quadro teórico, pois o nosso trabalho com projetos tem também por objetivo expandir as possibilidades pedagógicas para além das fronteiras dos números e, dessa forma, passamos a considerar a relevância da inclusão de temas políticos[14] e sociais em geral, na medida em que os assuntos trabalhados são amplamente debatidos com os estudantes ao longo do processo educacional. Os projetos que desenvolvemos procuram deslocar o foco da aula do

[13] Esse termo será definido no capítulo 2.
[14] Por temas políticos entendemos que são aqueles que se referem à maneira como o Estado é governado, às ideologias que pautam os governos, às habilidades e atividades que envolvem o ato de governar, bem como aos direcionamentos que se dão aos negócios públicos e aos programas de ação governamentais. Salvo indicações específicas, é esse o sentido de 'política' que usamos nesta obra.

professor para o aluno e assim provocar nele atitudes reflexivas e críticas sobre problemas concretos. Dessa forma, estaremos tratando daquilo que consideramos uma das prioridades do ensino, que é formar um cidadão crítico, participativo, co-responsável pelo processo de educação. Nesse sentido, adotamos a idéia da educação libertadora de Freire (1965, 1969, 1970, 1974, 1979), que avança além das amarras do livro-texto, que ousa ser transdisciplinar, valoriza a realidade local do aprendente, que transforma a linguagem da Estatística em cultura, que ajuda o homem a tornar-se homem (cidadão), a pensar criticamente sobre o mundo e sobre o seu mundo. No trabalho de Giroux (1997), destacamos a forma como ele nos oferece uma linguagem crítica para nos ajudar a compreender o ensino como uma forma de política cultural. Para ele, a questão principal é o desenvolvimento de uma linguagem por meio da qual os professores possam compreender as interações entre o ensino escolar e as relações sociais mais amplas que o formam, apoiando uma pedagogia responsável pela formação coletiva de uma cultura pública democrática, fortalecendo os estudantes para imaginarem um futuro no qual a esperança se torne prática e no qual a liberdade individual possa ser conquistada e respeitada. A pedagogia crítica defendida por Giroux (op. cit.) conclama os professores a tornar o conhecimento e a experiência emancipadores, permitindo que os estudantes desenvolvam uma mentalidade social capaz de auxiliá-los a intervir em sua própria formação e na formação dos outros, num ciclo socialmente reprodutivo de construção de princípios e práticas democráticas. Essa pedagogia se apóia na idéia de se valorizar os debates, os diálogos e as trocas de opiniões, num contexto em que o conhecimento escolar se mostra realmente relevante para a vida dos estudantes e no qual eles passam a ter voz, isto é, têm suas experiências afirmadas como parte de um encontro pedagógico que se pauta em princípios democráticos e que reconhece as dimensões e as implicações políticas, sociais e morais dessas experiências.

As idéias e princípios de Freire e Giroux são reafirmadas e consolidadas na obra de Skovsmose (2004 e 2005), que as transfere para o âmbito da Educação Matemática. Skovsmose nos mostra como o conhecimento matemático se situa numa escala social de poder e como a educação matemática pode atuar na intenção de buscar caminhos para fugir da norma predominante de domesticação dos estudantes. Valorizando um conhecimento reflexivo, Skovsmose enfatiza a questão da democracia e propõe que a Educação Matemática tem um papel importante a desempenhar, na medida

em que essa ciência se configura como a porta de entrada para uma sociedade fortemente impregnada pela tecnologia. Ainda no trabalho desse autor, destacamos a idéia por ele defendida de trabalhos pedagógicos com projetos, na linha da modelagem matemática, que permitem intensificar a perspectiva crítica e a discussão política da educação, tendo como centro a democracia, que deve estar sempre presente no processo pedagógico.

É principalmente com a conjugação das idéias desses três autores que, em nossa fundamentação teórica, propomos o trabalho com a Educação Estatística Crítica, na qual assumimos o compromisso democrático de educação, inserimos temas políticos e sociais nas atividades pedagógicas e valorizamos as discussões e debates de idéias, trazendo a realidade dos estudantes para a sala de aula.

1.5 – A prática

Na perspectiva de um trabalho voltado para a realidade escolar, ou seja, sobre as atividades do professor no ambiente da sala de aula, concretizamos nossa visão de Educação Estatística e de Educação Crítica no desenvolvimento de dois projetos de Modelagem Matemática.

Devido ao fato de estarem muitas vezes sufocados pelo dia-a-dia atribulado e por excesso de afazeres a que se vêem obrigados a suportar, os professores dedicam pouco (ou nenhum) tempo à tarefa de criar condições para o desenvolvimento de um processo de aprendizagem num ambiente no qual se destaque sobretudo a participação ativa do estudante, seu poder de indagar e investigar situações reais. Os conhecimentos inerentes ao dia-a-dia do aluno, associados a uma ação pedagógica adequada, são fundamentais num processo de educação voltado para a formação de um cidadão participativo, questionador, crítico, reflexivo e consciente dos problemas do seu contexto social, político, educacional e econômico.

O desenvolvimento das questões propostas nos projetos centrados na Modelagem Matemática pode levar a um processo de ensino e aprendizagem que valoriza o conhecimento (ou o trabalho) investigativo e reflexivo em sala de aula, permitindo assim a discussão e a conscientização sobre temas que extrapolam o universo da Estatística ao explorar problemas sociais, políticos, econômicos e outros.

Dessa forma, a Educação Crítica se faz presente de maneira intensa no processo de modelagem relativo aos projetos, que detalharemos em capítulos posteriores.

Nesse ambiente de aprendizagem pode-se fugir da mesmice dos exercícios de mera repetição do uso de uma determinada fórmula ou do cálculo de uma certa medida, pois os projetos, em consonância com os princípios norteadores da Educação Matemática Crítica, focam sobretudo os aspectos investigativo, reflexivo e crítico, a análise, a validação, a discussão e o debate. Vários conteúdos são abordados e neles o foco é desviado do produto para o processo, valorizando não mais a parte operacional e reprodutora de um algoritmo, mas o aspecto subjetivo presente na questão, a parte interpretativa e questionadora. O professor pode, dessa forma, livrar-se e livrar seus alunos das amarras do certo ou errado, valorizando os aspectos individuais de cada aluno, deixando que as idéias e convicções de cada um deles sejam expostas, discutidas, debatidas, alteradas e/ou consolidadas.

Entendemos que, de alguma forma, o trabalho com esses projetos resultou em um avanço no que se refere às dificuldades do ensino da disciplina de Estatística e, mais que isso, na medida em que o desenvolvemos no âmbito da Educação Crítica, promovemos a interdisciplinaridade e a valorização do aluno como cidadão ativo e pensante, com poder de argumentação, autor e ator de sua própria história.

1.6 – A Validação

Na busca pela articulação da teoria com a prática produz-se o que chamamos validação interna deste trabalho. As idéias levantadas na problemática, confrontadas (ou enfrentadas) com as atividades práticas mediante a intermediação do quadro teórico, permitem o aprofundamento necessário à avaliação das conclusões acerca do problema aqui exposto.

A consistência interna que pretendemos emprestar a este trabalho e a transferibilidade dos resultados alcançados formam a base das argumentações que pretendemos dar para a confiabilidade dessa pesquisa e para sua validação externa.

Goldenberg (2003) afirma que, quando os dados de uma pesquisa não são padronizáveis como os dados quantitativos, o pesquisador deve ter flexibilidade e

criatividade ao coletá-los e analisá-los: "o bom resultado da pesquisa depende da sensibilidade, intuição e experiência do pesquisador" (p. 53).

Sabemos e assumimos que o pesquisador interfere no objeto de sua pesquisa e, com isso, corre o risco de contaminar os seus resultados em função de sua personalidade, de seus valores e de suas escolhas. Pretendemos controlar essa influência (também conhecida como uma forma de BIAS[15]) tomando consciência dessa interferência, procurando não omitir fatos, ocorrências ou detalhes significantes e valorizar o tanto quanto possível o quadro teórico de referência, tendo este uma precedência sobre a intuição do pesquisador para analisar os dados e os resultados.

A imersão do pesquisador no ambiente pesquisado e a constante interação com os sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem, bem como o tempo de permanência no ambiente pesquisado, são também fatores consideráveis na validação de uma pesquisa qualitativa. Os meses que passamos trabalhando nos projetos dessa pesquisa nos deram base suficiente para promover essa imersão, bem como realizar as interações necessárias com os alunos.

Conforme Alves-Mazzotti e Gewandsznajder, "não há metodologias boas ou más em si, mas metodologias adequadas ou inadequadas para tratar de um problema" (1999, p. 160). D'Ambrosio (2004) afirma que a pesquisa qualitativa "é o caminho para escapar da mesmice. Lida e dá atenção às pessoas e às suas idéias, procura fazer sentido de discursos e narrativas que estariam silenciosas" (p. 21).

1.7 – Professor-pesquisador ou pesquisador-professor?

Neste trabalho de pesquisa, norteamos nossa problemática com base em nossa experiência como docentes da disciplina de Estatística em cursos superiores (notadamente em cursos introdutórios). É com base nessa experiência que identificamos alguns problemas no ensino e na aprendizagem dessa disciplina, que acabaram encontrando eco no trabalho de diversos pesquisadores em Educação Estatística nos grandes centros da Europa e América do Norte.

[15] O termo BIAS, em língua inglesa, é bastante utilizado por pesquisadores em Ciências Sociais. Pode ser traduzido como viés, parcialidade, preconceito (GOLDENBERG, 2003, p. 44).

Os projetos que constam deste trabalho, centrados na Modelagem Matemática e na perspectiva da Educação Matemática Crítica, como discutida por Skovsmose (2004) e Giroux (1997), foram desenvolvidos dentro das disciplinas por nós mesmos ministradas, onde assumimos, dessa maneira, o papel de professor-pesquisador.

Isso posto, fica evidenciado que estamos assumindo um trabalho nesta investigação que envolve a visão de professor bem como a de pesquisador. Sendo assim, desenvolvemos este tópico com o intuito de esclarecer a nossa visão sobre esse posicionamento, com base em alguns autores que nos servem de referência, em especial o trabalho de Lüdke (2004).

Lüdke (op. cit.) reconhece a importância da investigação feita pelo próprio professor e afirma que ela tende a ampliar os horizontes de pesquisa, na medida em que envolve temas e abordagens metodológicas mais próximos dos problemas vividos por alunos e professores, e pode, assim, contribuir de forma mais efetiva para o desenvolvimento do saber docente. Ela propõe algumas questões para iniciar a discussão sobre o professor-pesquisador (LÜDKE, op. cit., p.9):

> Pode-se articular pesquisa e prática de trabalho?
>
> É viável a integração da pesquisa no dia-a-dia do professor?
>
> É possível e recomendável ao professor investigar a sua própria prática?
>
> Que problemas, que cuidados e que proveito devem ser considerados nessa empreitada?
>
> Que significados perpassam a constituição do professor pesquisador?

Stenhouse (1975) pode ser considerado um dos precursores da defesa da figura do professor-pesquisador. Ele enfatizou a idéia de se utilizar a investigação como recurso didático e defendeu que todo professor deveria atuar como um pesquisador para ser capaz de (re)criar o seu próprio currículo. Stenhouse (op. cit.) acreditava que todo educador tinha de assumir o seu lado experimentador no cotidiano e transformar a sala de aula em um laboratório. Ele chegou a comparar o professor ao artista. Segundo ele, tal qual um artista que trabalha com pincéis e tintas e escolhe texturas e cores, o educador deve lançar mão de estratégias variadas até obter as melhores soluções para garantir a aprendizagem dos alunos. Stenhouse (op. cit.) enfatizou a interação professor-

pesquisador pois, segundo ele, a teoria e a prática educacionais devem integrar-se num todo, com a formulação de problemas e a experimentação ou teste das soluções propostas, além de outros aspectos inovadores para a perspectiva do professor como pesquisador.

Posteriormente, Schön (1983) lançou a idéia do *reflective practitioner*, isto é, do professor engajado na prática docente, com uma atitude de reflexão sobre essa mesma prática, procurando extrair dela elementos que ajudem a melhorá-la. Essa idéia fez muito sucesso e contribuiu para retirar o professor de uma posição excessivamente passiva. Schön (op. cit.) faz em sua obra referências à importância da reflexão *na* e *sobre* a prática educacional.

A expressão *prático reflexivo* foi cunhada para se referir ao processo de reflexão que o professor pode fazer sobre as estratégias e saberes que ele mobiliza em sua prática, não necessariamente de modo consciente e, em muitos casos, não passíveis de serem descritos como um conjunto de regras, passos ou procedimentos válidos para além do contexto original. Nesse sentido, podemos pensar na pesquisa educacional como um estágio avançado de uma prática reflexiva, ou como um seu desdobramento natural. Ele afirmou que o professor-pesquisador enfrenta obstáculos ancorados em concepções tradicionais de ensino, que colocam o conhecimento, a pesquisa e a teoria de um lado e a profissão, ação e prática de outro, valorizando a primeira em detrimento da segunda.

Giroux destacou que os professores devem "exercer ativamente a responsabilidade de propor questões sérias a respeito do que eles próprios ensinam, sobre a forma como devem ensiná-lo e sobre os objetivos gerais que perseguem" (1997, p. 176).

Zeichner (1993) estendeu a idéia do professor prático reflexivo de maneira crítica. Segundo ele, "é importante basear esses estudos teóricos no contexto da prática de ensino e envolver tanto professores experientes como novos professores, bem como universitários, na análise reflexiva do seu trabalho" (op. cit., p. 170). Para Zeichner (op. cit.), o *prático reflexivo* deve analisar cuidadosa e constantemente a sua própria prática, refletindo sobre ela para transformá-la, ou para transformar muito além, como um intelectual transformador.

Zeichner, durante a década de 1990, publicou trabalhos nos quais debateu o movimento do prático reflexivo. Para ele, prática reflexiva é o mesmo que prática orientada pela pesquisa e, assim, ele alerta para a necessidade de se explicitar o tipo de reflexão que se está propondo, especialmente no que diz respeito aos compromissos políticos dessa atividade, pois nem toda reflexão é útil e caminha na direção de uma educação emancipadora. Zeichner (1993) afirma que é fundamental o compromisso dos professores reflexivos com a emancipação social, o fim da exploração e das desigualdades.

Dessa forma, ele se constituiu num dos mais ardorosos questionadores das relações hierárquicas entre professores e pesquisadores, e propôs uma pesquisa colaborativa como alternativa de crescimento profissional para ambos. Zeichner acredita que as pesquisas devem se inclinar para temas que vão além da sala de aula, envolvendo também questões estruturais escolares e sociais. A metáfora do professor como pesquisador transformou-se com as idéias de Zeichner, com a pesquisa sendo considerada atividade fundamental para o exercício da função docente.

Lüdke (2004) afirma que, no Brasil, a reflexão sobre os professores como pesquisadores aparece juntamente com um movimento de autocrítica da academia acerca de seu distanciamento das práticas escolares e dos desafios por ela enfrentados, num momento em que essas práticas e os saberes que geram começam a ver resgatada a sua legitimidade.

1.7.1 – Dialética da teoria educacional com a prática docente

O professor-pesquisador lida concomitantemente com as teorias pedagógicas e com a prática de sala de aula e opera em seu dia-a-dia a confrontação entre a atividade acadêmica de fazer pesquisa e o seu trabalho junto à realidade escolar. Nesse sentido, indagamos se seriam a prática docente e as teorias educacionais evocadas nas pesquisas pedagógicas compatíveis. Procuramos neste tópico apresentar o posicionamento de alguns autores que tomamos como referência para, em seguida, apresentarmos nossas idéias sobre essa questão.

Dentre os pesquisadores em língua portuguesa, Demo (1994), André (1994), Fazenda (1997), Geraldi (1998), Lüdke (2004), Fiorentini (2006) e Ponte (2003), em alguma medida, são defensores da estreita relação entre o professor e a pesquisa.

Demo (1994) estuda em sua obra o processo de expansão do trabalho de pesquisa feito por docentes dos vários níveis de ensino e enfatiza o caráter, segundo ele indispensável, da componente pesquisa para o trabalho do educador.

O movimento do prático reflexivo e do professor-pesquisador surgiu, segundo Lüdke (2004), em contraposição às concepções dominantes de *racionalidade técnica*, nas quais as práticas profissionais se produzem num contexto de divisão social do trabalho entre concepção e execução, ou seja, entre teoria e prática.

Segundo Tardif, Borges e Nunes (2000), as concepções de teoria e de prática estão sempre estritamente integradas em todo conhecimento. Para eles, a relação entre a pesquisa e a prática docente não pode ser colocada em termos de uma oposição entre teoria e prática, mas sim como relação entre diferentes atores, ambos possuidores de práticas e de saberes. Esse posicionamento está inserido em uma tradição contrária ao positivismo e ao racionalismo, abrindo caminho para a emergência de novas problemáticas nas ciências sociais ao longo dos anos 70 e 80.

Shulman (1999) apresentou um estudo sobre os tipos de conhecimento do professor e as formas com que esse conhecimento se organiza, enfatizando o chamado saber estratégico, que é aquele que orienta a ação do professor com base em uma sabedoria da prática. Os saberes dos professores estão, dessa forma, diretamente articulados com a prática.

Elliot (1991) defendeu a idéia de que as atividades de ensino e de investigação educativa são integrantes do mesmo processo de pesquisa e que, pelo próprio conceito de relação entre teoria e prática, seria impossível separá-las. Segundo ele, “a abstração teórica desempenha um papel subordinado no desenvolvimento de uma sabedoria prática baseada nas experiências reflexivas de casos concretos” (Elliot, op. cit., p. 71).

Lüdke (2004) pondera que John Elliot talvez esteja “invertendo simplesmente a direção da hierarquização teoria-prática, valorizando um dos pólos dessa tensão em detrimento do outro” (idem, op. cit., p. 32).

Os autores australianos Carr e Kemmis (1986) desenvolveram um estudo sobre a visão interpretativa da teoria e prática educacionais e da ciência educacional crítica.

Eles defendem que a realidade não é apenas formada de idéias e conceitos, mas é estruturada por forças sociais e econômicas e condições materiais, que interferem nas percepções dos indivíduos. Eles enfatizam o caráter prático da educação, o que, segundo eles, deve dirigir as pesquisas educacionais, pois:

> [...] a pesquisa educacional não pode ser definida pela referência aos objetivos apropriados e atividades de pesquisa envolvidas com a resolução de problemas teóricos, mas, ao invés disso, deve operar com um quadro de referências de fins práticos em nome dos quais as atividades educacionais são conduzidas. (CARR E KEMMIS, 1986, p. 108).

O campo de teste das pesquisas educacionais não é o campo teórico-conceitual, mas sua capacidade de resolver problemas educacionais e promover a prática educacional. Carr e Kemmis (op. cit) alertam que todo prático possui compreensões acerca do que faz e uma série de crenças elaboradas sobre os fundamentos de sua prática. Isso faz com que seja impossível para qualquer pesquisador observar uma prática educativa sem se referenciar aos modos de pensar dos práticos. As concepções docentes não devem ser sempre ratificadas, mas sim ser submetidas, como qualquer outro saber, à dúvida e à crítica.

Com base na polêmica teoria *versus* prática, Carr e Kemmis (op. cit.) afirmam que:

> Uma ciência social crítica será aquela que, para além da crítica, alcance uma práxis crítica; isto é, uma forma de prática na qual o esclarecimento dos atores se dá diretamente em sua ação social transformada. Isso requer a integração da teoria com a prática como momentos reflexivos e práticos de um processo dialético de reflexão, esclarecimento e luta política levada a cabo por grupos que tem como objetivo sua própria emancipação (p. 144).

Esse modelo emancipador de pesquisa, segundo Lüdke (2004), visa a prover o prático do instrumental analítico necessário para transitar de concepções ideologicamente distorcidas para concepções críticas. Essa concepção de pesquisa se estabelece como uma possível *práxis* dialógica, reflexiva, crítica e transformadora.

Zeichner (1993) apresenta suas idéias sobre as concepções de prática reflexiva no ensino repensando essa prática para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. Ele se coloca favorável à superação de polarizações entre essas perspectivas educacionais que só aparentemente são excludentes. Nesse contexto, ele afirma que a dimensão da reconstrução social, no que se refere à prática dos professores, é a:

> [...] que acentua a reflexão sobre o contexto social e político da escolaridade e a avaliação das ações na sala de aula quanto à sua contribuição para uma maior igualdade e para uma sociedade mais justa e decente (ZEICHNER, op. cit., p. 24).

A prática de pesquisa do professor-pesquisador é, ou deveria ser, um instrumento fundamental para uma prática reflexiva e vice-versa.

A pesquisa produzida pelo professor-pesquisador é legítima, na medida em que (BEILLEROT, 1991):

- Produz novos conhecimentos;
- Apresenta rigor nos seus encaminhamentos;
- Comunica os resultados;
- Introduz uma dimensão crítica e de reflexão;
- Apresenta sistematização na coleta de dados;
- Interpreta enunciados segundo teorias reconhecidas e atuais que contribuem para permitir a elaboração de uma problemática, assim como uma interpretação dos dados.

Lüdke (2004) afirma que a prática reflexiva pode e deve se envolver com a pesquisa, embora reconheça que as duas não sejam a mesma coisa. Segundo ela:

> Toda pesquisa realizada pelos próprios professores tem sempre um potencial de facilitar a prática reflexiva, na medida em que tal pesquisa esteja voltada para questões que têm a ver com a sua prática docente (p.43).

Zeichner (1993) destacou ainda três atitudes necessárias para a ação reflexiva:

- Abertura de espírito: refere-se ao desejo ativo de se ouvir mais do que uma única opinião, de se atender a possíveis alternativas e de se admitir a possibilidade de erro, mesmo naquilo em que se acredita com mais força.
- Responsabilidade: implica a ponderação cuidadosa das conseqüências de uma determinada ação. Os professores responsáveis se perguntam por que estão a fazer o que fazem, de um modo que ultrapassa as questões de utilidade imediata e os leva a pensar de que maneira está a dar resultado e para quem.
- Sinceridade: implicando colocar realmente a abertura de espírito e a responsabilidade no centro de suas atenções reflexivas.

Dickel (1998) comentou o trabalho de Stenhouse e afirmou que ele representou um momento importante da passagem de paradigmas quantitativos para paradigmas qualitativos nas pesquisas educacionais.

Stenhouse (1975) e Elliot (1991) defenderam que os próprios professores estariam mais capacitados para investigar os problemas educacionais, enfatizando a idéia de superação da distância entre as pesquisas acadêmicas e a escola. Entretanto, ressaltaram que a valorização da reflexão dos próprios professores não implica em rejeitar a perspectiva acadêmica de produção de conhecimentos no campo educacional. Não é desejável que as investigações se prendam às questões práticas, mas busquem na visão acadêmica um subsídio para identificação e análise dos problemas pedagógicos.

O desenvolvimento de uma prática reflexiva, conforme Zeichner (1993), implica em um ensino sensibilizado com os interesses dos alunos, visando ao seu desenvolvimento e acentuando a reflexão sobre o contexto social e político que o cerca,

procurando contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e decente, que minimiza as desigualdades entre os sujeitos.

1.7.2 – Nosso posicionamento nesta pesquisa

A prática reflexiva se manifesta na obra do professor-pesquisador na medida em que ele valoriza uma dimensão mais ética e política da profissão docente, num esforço de reconstrução social que enfatiza também nos alunos uma perspectiva reflexiva e crítica do conhecimento e da realidade, avançando do conceito de educação para o de formação humana, o qual destaca as práticas e experiências vividas em circunstâncias concretas.

Assim, a educação evolui de um processo centrado em conteúdos, discursos e mensagens para um foco nas relações sociais do saber com o cotidiano do aluno, construindo e transformando hábitos, concepções, práticas e valores, tanto dos educadores quanto dos educandos, consolidando-se como um ensino dinâmico em permanente evolução.

Ao estreitar a relação entre a atividade de pesquisa e a prática docente, não devemos imaginar que uma coisa tenha prioridade sobre a outra. Pelo contrário, a junção dessas duas atividades tende a valorizá-las, na medida em que o professor que faz a pesquisa passa a ter mais consciência da importância do seu trabalho de ensino, e a pesquisa se torna mais próxima da realidade escolar, de forma que uma atividade enriquece a outra e vice-versa, numa correspondência biunívoca.

Dessa forma, o professor-pesquisador concebe a prática docente como alimentadora de sua pesquisa e concebe a reflexão e a crítica decorrentes do processo de pesquisa como parte fundamental da mudança de sua prática docente. Assim, os dados da pesquisa alimentam a prática docente, da mesma maneira que a prática docente alimenta a pesquisa fornecendo dados a ela.

Concordamos com Giroux (1997), que defende o professor como um intelectual transformador, que deve propor questões a respeito do que ele próprio ensina e sobre a forma como deve ensiná-lo e acreditamos que essa idéia está em concordância

com as atitudes que Zeichner (1993) destacou para a prática reflexiva do professor, as quais pretendemos assumir neste trabalho.

Queremos, pois, assumir neste trabalho, a condição de professor que adota uma ação reflexiva (conforme Zeichner) e que produz pesquisa (conforme Beillerot), na medida em que essas posturas se complementam e se materializam do ato de produção deste trabalho de investigação.

Entendemos, então, que a figura do professor-pesquisador auxilia a aproximação da academia com a sala de aula, trazendo ganhos para ambos na medida em que oferecem, em sua interação, suporte para o trabalho do professor e a geração de um conhecimento importante, que nasce da problematização do ensino em sua prática do dia-a-dia.

Procuramos assim, justificar nossa escolha pela pesquisa feita pelo professor, assumindo nossa postura como profissionais que refletem sobre sua prática de maneira criativa e democrática, vencendo os limites entre a academia e a escola, projetando nosso pensamento e nossas idéias para contribuir de maneira a buscar uma educação crítica e transformadora, cujo objetivo maior é a responsabilidade social da educação.

Neste trabalho, a articulação teoria-prática se manifesta na própria problemática de pesquisa, na qual com base em dificuldades de ensino/aprendizagem de Estatística vivenciadas por nós em sala de aula, procuramos investigar as teorias pedagógicas associadas a esse contexto e, ato contínuo, propomos e experimentamos o enfrentamento daquelas dificuldades com o apoio das idéias dos teóricos educacionais, contribuindo assim para um enriquecimento:

(i) da teoria, na medida em que propomos novas idéias;

(ii) da prática, na medida em que levamos a cabo na sala de aula as propostas de enfrentamento das dificuldades e

(iii) novamente da teoria, quando apresentamos os resultados da prática educacional que corroboram as idéias teóricas.

Defendemos, portanto, a idéia do professor como pesquisador, que reflete sobre sua prática, mas sem abrir mão, em sua pesquisa, do rigor e da sistematização que esta

requer. O tipo de reflexão que propomos está em concordância com as idéias de Carr e Kemmis (1986) no que diz respeito ao desenvolvimento de uma prática crítica e emancipadora. Além disso, entendemos que, ao refletir, o professor assume a responsabilidade de tratar a educação num sentido mais amplo, socialmente engajado e politicamente orientado, em consonância com o ideal da Educação Crítica, que abordaremos com mais detalhes no capítulo 4.

Cap. 2 – Fundamentos Teóricos da Educação Estatística

A princípio poderíamos imaginar que, sendo a Estatística uma parte da Matemática (no contexto escolar), elas teriam um desenvolvimento didático/pedagógico muito semelhante. De fato, podemos observar algumas peculiaridades comuns no âmbito educacional entre essas duas disciplinas, mas muitas considerações devem ser feitas para esclarecer os pontos discordantes e, principalmente, os aspectos que são relevantes ao estudo da didática da Estatística que não necessariamente dizem respeito à Matemática.

Batanero (2001) observa que "é preciso experimentar e avaliar métodos de ensino adaptados à natureza específica da Estatística, pois a ela nem sempre se podem transferir os princípios gerais do ensino da Matemática" (p. 6).

A Estatística trabalha com conteúdos e valores em geral distintos aos da Matemática. Os entes matemáticos presentes, em certas condições, atuam como coadjuvantes dentro de um teatro de ações que valorizam quase sempre os aspectos específicos da Estatística. Princípios como os da aleatoriedade e da incerteza escapam a aspectos mais lógicos ou determinísticos da Matemática. A existência de faces mais subjetivas, tais como a escolha da forma de organização dos dados, a interpretação, a reflexão, a análise e a tomada de decisões aparecendo no primeiro plano dos objetivos da disciplina, fazem com que esta apresente um foco diferenciado ao da Matemática[16]. Essa constatação fatalmente leva a uma tomada de consciência sobre os aspectos peculiares à Estatística, que se apresenta como uma ciência em franca evolução, que experimenta mudanças progressivas tanto do ponto de vista de seu conteúdo como de suas demandas de formação. Para uma sociedade cada vez mais informatizada, a compreensão de técnicas básicas de análise de dados e sua interpretação são cada dia mais importantes. Mas também devemos destacar que existem diversos aspectos que aproximam a Estatística da Matemática em termos educacionais, tais como a Matemática Crítica, que abordaremos no capítulo 4.

Diversos autores, tais como Rumsey (2002), Garfield (1997), Chance (2002), delMas (2002) e outros, publicaram estudos nos quais eles identificam algumas das principais metas do ensino de Estatística. Baseados em pesquisas sobre os objetivos dos

[16] A Educação Matemática Crítica trabalha esses aspectos, conforme veremos no capítulo 4.

cursos de Estatística, esses autores defendem que o planejamento da instrução deve pender para o desenvolvimento de três importantes competências[17], quais sejam a literacia, o raciocínio e o pensamento estatístico, sem as quais não seria possível aprender (ou apreender) os conceitos fundamentais dessa disciplina.

Além de identificar essas competências, os pesquisadores apresentam suas idéias de como desenvolvê-las, num processo unificado, ou seja, à par da identificação sempre se segue um debate de idéias com o objetivo de prover meios de ensiná-las, experimentá-las ou ao menos apresentá-las aos estudantes.

A seguir, detalharemos um pouco sobre cada uma dessas competências.

2.1 – A Literacia Estatística

O termo literacia nos remete à habilidade em ler, compreender, interpretar, analisar e avaliar textos escritos. A literacia estatística refere-se ao estudo de argumentos que usam a estatística como referência, ou seja, à habilidade de argumentar usando corretamente a terminologia estatística. Essa definição tem muitas variações entre os diversos pesquisadores do assunto.

Gal (2000) entende que a literacia estatística é a habilidade para interpretar e avaliar criticamente as informações estatísticas e os argumentos baseados em dados, que aparecem nas diversas mídias, além de ser a habilidade em discutir opiniões referentes a esse tipo de informação estatística.

Watson (1997) entende a literacia como sendo a capacidade de compreensão do texto e do significado das implicações das informações estatísticas inseridas em seu contexto formal e identifica três estágios de seu desenvolvimento:

(i) o entendimento básico da terminologia estatística;

(ii) o entendimento da linguagem estatística e os conceitos inseridos num contexto de discussão social;

[17] Em linhas gerais, entendemos o termo competência conforme descrito por Mello (2003). Sobre competência estatística, destacaremos a idéia de Rumsey (2002) no próximo item.

(iii) o desenvolvimento de atitudes de questionamento nas quais se aplicam conceitos mais sofisticados para contradizer alegações que são feitas sem fundamentação estatística apropriada.

Garfield (1999) destaca a literacia estatística como sendo o entendimento da linguagem estatística, ou seja, sua terminologia, símbolos e termos, a habilidade em interpretar gráficos e tabelas, em entender as informações estatísticas dadas nos jornais e outras mídias.

Kader e Perry (2006) afirmam que um estudante, por meio da literacia estatística, saberá como interpretar os dados contidos em um jornal e fará questionamentos sobre as informações estatísticas ali contidas. No seu trabalho, ele se sentirá confortável ao manipular os conhecimentos estatísticos necessários para tomar as decisões, além de ser capaz de fazer asserções sobre os assuntos estatísticos relacionados com a sua vida pessoal em geral.

Rumsey (2002), a respeito da literacia estatística, escreve:

> Primeiro, nós queremos que nossos alunos se tornem bons 'cidadãos estatísticos', entendendo estatística o suficiente para ser capaz de consumir as informações com as quais somos inundados diariamente, pensando criticamente sobre essas informações e tomando boas decisões com base nelas (p.1).

Ela (op. cit.) entende que, com a literacia estatística, é possível distinguir dois tipos de objetivos de aprendizagem nos estudantes: ser capaz de atuar como um membro educado da sociedade em uma era de informação e ter uma boa base de entendimento dos termos, idéias e técnicas estatísticas. Esses dois objetivos podem ser colocados em duas diferentes frases. Referindo-se ao conhecimento básico que subjaz ao pensamento e ao raciocínio estatístico, ela o identifica como *competência estatística*. Referindo-se ao desenvolvimento de habilidades para atuar como uma pessoa educada na era da informação, ela o identifica como *cidadania estatística*.

Os componentes da competência estatística, identificados por Rumsey (op. cit.), são:

- Conhecimento sobre dados;
- Entendimento de certos conceitos básicos de estatística e sua terminologia;
- Conhecimento sobre a coleta de dados e a geração de estatísticas descritivas;
- Habilidade de interpretação básica para descrever o que o resultado significa para o contexto do problema;
- Habilidade de comunicação básica para explicar os resultados a outrem.

Para promover conhecimento e consciência sobre dados, é importante prover contextos relevantes para as idéias apresentadas em classe – para os estudantes é muito importante que eles possam perceber por que os dados foram coletados e o que o pesquisador quer fazer com eles. Os estudantes não sabem *a priori* por que eles precisam saber os conceitos estatísticos. O trabalho com exemplos relevantes e interessantes os fará apreciar a importância do conhecimento estatístico.

O entendimento dos conceitos básicos de estatística deve preceder o cálculo. Antes de usar as fórmulas, os estudantes devem perceber a utilidade, a necessidade de uma certa estatística. Rumsey (op. cit.) aconselha o professor a ser seletivo no que ele ensina, ou seja, não é porque um conteúdo está no livro-texto que ele tem que ser ensinado. Promover o COMO em detrimento do POR QUE no ensino de estatística é um erro. Em muitas vezes os cálculos se tornam um obstáculo para os estudantes, sem a necessidade de sê-lo. Um exemplo: saber a fórmula do desvio padrão ajuda em quê o entendimento dessa grandeza?

Dar aos estudantes a oportunidade de produzir seus próprios dados e encontrar os resultados básicos, ajuda-os a tomar as rédeas de seu próprio aprendizado. Também promove a habilidade de tomar a responsabilidade de resolver seus problemas, como eles terão que fazer em seu ambiente de trabalho. É possível até, além de pedir aos estudantes para coletarem os seus dados, pedir a eles para fazerem eles mesmos as perguntas. Isso os ajuda a descobrir ou determinar métodos e técnicas por si próprios. Rumsey (op. cit.) destaca o quanto de matéria ela não precisa ensinar fazendo isso...

Em relação à interpretação em nível básico, um exemplo pode esclarecer a idéia: quando os estudantes fazem um teste de hipótese e chegam a uma decisão (rejeitar H_0 ou não rejeitar H_0), será que eles sabem por que estão tomando essa decisão, ou melhor, o que essa decisão implica em relação aos dados originais do problema? A habilidade de interpretar a informação estatística e escrever conclusões próprias é crítica num ambiente de trabalho e aqueles que são bons nisso serão mais capazes de avançar e obter sucesso em suas profissões.

Habilidade de comunicação estatística envolve ler, escrever, demonstrar e trocar informações estatísticas. Enquanto a interpretação demonstra o entendimento do próprio estudante em relação às idéias estatísticas, a comunicação envolve a passagem dessa informação para outra pessoa, de uma forma que ambas irão entendê-la. Comunicação envolve traduzir alguma coisa de uma linguagem, estilo ou notação para outra. Os recrutadores de candidatos a novos empregos utilizam esse critério como chave para fazer a seleção. Para desenvolver essa habilidade de comunicação nos estudantes, eles devem ser expostos a situações nas quais têm de explicar seus resultados para convencer outras pessoas das suas idéias. E essa comunicação pode ser oral ou escrita (ou ambas). Rumsey (op. cit) cita vários exemplos de exercícios para esse tipo de habilidade, dos quais apresentamos um:

> Escreva uma carta para o editor de um jornal explicando porquê um gráfico mostrando o número de crimes em 1997 versus 1987 deve conter também o tamanho da população em cada ano (p. 10).

Para melhorar a literacia estatística dos estudantes, eles precisam aprender a usar a estatística como evidência nos argumentos encontrados em sua vida diária como trabalhadores, consumidores e cidadãos. Ensinar estatística com base em assuntos do dia-a-dia tende a melhorar a base de argumentação dos estudantes, além de aumentar o valor e a importância que eles dão a essa disciplina.

2.2 - O pensamento estatístico

Snee (1999) afirma que “a pesquisa, a prática e a educação estatística estão entrando em uma nova era, cujo foco está no desenvolvimento e no uso do pensamento estatístico” (p. 255).

Os recentes avanços tecnológicos permitem que hoje os estudantes foquem os processos estatísticos, em precedência ao cálculo, e a interpretação dos resultados desses cálculos.

Sobre o pensamento estatístico, Chance (2002) levanta três questionamentos básicos:

(i) O que é pensamento estatístico?

(ii) Como podemos ensinar o pensamento estatístico?

(iii) Como podemos determinar se os estudantes estão pensando estatisticamente?

De acordo com Mallows (1998), podemos inicialmente imaginar o pensamento estatístico como sendo a capacidade de relacionar dados quantitativos com situações concretas, admitindo a presença da variabilidade e da incerteza, explicitando o que os dados podem *dizer* sobre o problema em foco. O pensamento estatístico ocorre quando os modelos matemáticos são associados à natureza contextual do problema em questão, ou seja, quando surge a identificação da situação analisada e se faz uma escolha adequada das ferramentas estatísticas necessárias para sua descrição e interpretação.

O entendimento dos padrões e estratégias de pensamento usados pelos estatísticos e suas integrações para solucionar problemas reais é fundamental para desenvolver o pensamento estatístico nos estudantes.

Uma característica particular do pensamento estatístico é prover a habilidade de enxergar o processo de maneira global, com suas interações e seus porquês, entender suas diversas relações e o significado das variações, explorar os dados além do que os textos prescrevem e gerar questões e especulações não previstas inicialmente. O pensador estatístico, segundo Chance (2002), é capaz de ir além do que lhe é ensinado no curso, questionando espontaneamente e investigando os resultados acerca dos dados envolvidos num contexto específico.

Em qualquer nível de ensino, o pensamento estatístico pode ser entendido como uma estratégia de atuação, como um pensamento analítico (WODEWOTZKI & JACOBINI, 2004).

Identificando esses componentes do pensamento estatístico, surge então o desafio de desenvolvê-los nos estudantes. Apesar de não ser possível ensiná-los diretamente aos alunos, é possível trabalhar na valorização de hábitos mentais que permitam aos não estatísticos apreciar melhor o papel e a relevância desse tipo de pensamento, provendo aos estudantes experiências que promovam e reforcem os tipos de estratégias que desejamos que eles empreguem no tratamento de novos problemas.

Dentre os hábitos mentais e as habilidades de resolução de problemas necessárias para o pensamento estatístico, Chance (2002) destaca:

- consideração sobre como melhor obter dados significantes e relevantes para responder à questão que se tem em mãos;
- reflexão constante sobre as variáveis envolvidas e curiosidade por outras maneiras de examinar os dados e o problema que se tem em mãos;
- ver o processo por completo, com constante revisão de cada componente;
- ceticismo onipresente sobre a obtenção dos dados;
- relacionamento constante entre os dados e o contexto do problema e interpretação das conclusões em termos não-estatísticos;
- pensar além do livro-texto.

Entendemos que essas considerações não se aplicam em todos os casos, mas podem estar presentes como um pano de fundo na mente dos estudantes sempre que forem resolver os problemas estatísticos. Os estudos de caso e os trabalhos com projetos podem viabilizar o desenvolvimento desses hábitos mentais, segundo Moore (2001). Num trabalho com projetos nos quais os estudantes têm a responsabilidade de recolher os dados brutos, analisá-los, interpretá-los e divulgá-los em um seminário ou

apresentação oral e escrita, pode-se perceber uma forte aproximação aos hábitos anteriormente descritos.

Uma outra forma de encorajar o pensamento estatístico é não se aceitar nenhum resultado numérico sem que esse seja relacionado ao contexto, à questão original proposta pelo problema. Em outras palavras, é fundamental que as situações trabalhadas com os estudantes contenham dados com alguma significação, devendo-se evitar a todo custo as atividades que envolvem mero cálculo ou reprodução de algoritmos de tratamento de dados puramente numéricos, sem que sua origem seja explicitada ou sem que se conheça a finalidade do uso daqueles dados específicos e o contexto em que foram colhidos.

Os estudantes devem acreditar nas técnicas que eles utilizam para tratamento dos dados. Para que exista essa crença, é necessário que eles saibam por que estão usando esta ou aquela técnica, ou ainda, como o uso de uma técnica diferente influenciaria os resultados de uma pesquisa.

A relevância dos dados e das pesquisas deve sempre ser questionada pelos estudantes e encorajada pelos professores. Chance (2002) nos apresenta um exemplo muito interessante: no início de uma partida de futebol, a emissora de televisão mostra uma estatística na qual afirma que o time X ganhou 11 de 12 partidas que disputou na qual foi vencedor do cara-ou-coroa que se faz para escolher campo ou bola no início do jogo. Um pensador estatístico imediatamente questionaria a relevância dessa informação. Os esportes em geral e a mídia, em particular, costumam ser generosos provedores desse tipo de estatística.

No processo de avaliação, é importante observar o desenvolvimento do pensamento estatístico nos estudantes. Isso pode ser feito incorporando-se nos instrumentos de avaliação questões relativas aos hábitos de pensamento aqui descritos. O trabalho com projetos é particularmente importante para se avaliar o nível (conforme descrito por Chance, 2002, citado na página anterior) de pensamento estatístico que se encontra presente nos alunos, pois encoraja os estudantes a refletir sobre os processos, criticar seu próprio trabalho, perceber as limitações dos conteúdos que aprenderam e assim observar as diferentes dimensões da teoria e da prática[18].

[18] Entendemos que a teoria não consegue prever todas as situações que podem ocorrer na prática ao 'fazer estatística'. Na teoria, parece não haver dificuldades. É vivenciando a prática da Estatística que os estudantes poderão experimentar os reais percalços dos conteúdos vistos em teoria.

Hoerl (1997) defende que o entendimento e a retenção dos conteúdos estatísticos podem ser incrementados se a eles forem apresentados os processos de pesquisa por completo, em precedência ao trabalho com as ferramentas de cálculo. O pensamento estatístico representa um passo importante a ser dado em direção ao entendimento dos conteúdos estatísticos. O desenvolvimento do pensamento estatístico só será evidenciado no momento em que os estudantes demonstrarem suas habilidades espontaneamente, quando colocados frente a problemas abertos. Os estudantes estão habituados a resolver exercícios por meio de cálculos, buscando as *respostas corretas*, que podem ser comparadas com um gabarito colocado no final do livro. Os hábitos de questionamento, análise, escrever justificativas com suas próprias palavras e idéias não são comuns nos estudantes e só serão desenvolvidos se a eles forem dados incentivos para tanto, com problemas que permitam aos alunos exercitarem sua criatividade e sua criticidade em situações novas, que ainda incentivem a reflexão e o debate.

Pfannkuch e Wild (2004) acreditam que a importância do pensamento estatístico não deve ser subestimada, na medida em que ele tem sua relevância incrementada em diversas áreas do pensamento humano. Segundo eles, "o desenvolvimento do pensamento estatístico deve ser visto pelos educadores como crucial para se entender e operar com o meio ambiente atual e para perceber a realidade do mundo" (p. 42).

2.3 – O Raciocínio Estatístico

Garfield (2002) define o raciocínio estatístico como a maneira com a qual uma pessoa raciocina com idéias estatísticas e faz sentido (*make sense*) com as informações estatísticas. Isso envolve fazer interpretações sobre dados, representações gráficas, construção de tabelas etc. Em muitos casos, o raciocínio estatístico envolve idéias de variabilidade, distribuição, chance, incerteza, aleatoriedade, probabilidade, amostragem, testes de hipóteses, o que leva a interpretações e inferências acerca dos resultados.

Moore (1992) diferencia o raciocínio estatístico do raciocínio matemático: "A Estatística tem sua própria substância, seus próprios conceitos e modos de raciocínio. Esses devem ser o coração do ensino de Estatística para os iniciantes em qualquer nível" (p. 14).

Gal & Garfield (1997) fazem também uma distinção entre a Estatística e a Matemática no que concerne ao raciocínio, baseada principalmente nas seguintes idéias:

- Na Estatística, os dados são vistos como números inseridos num certo contexto, no qual atuam como base para a interpretação dos resultados[19].

- Os conceitos e procedimentos matemáticos são usados como parte da solução de problemas estatísticos. Entretanto, a necessidade de buscar resultados mais expressivos ou acurados tem levado à utilização crescente de meios de alta tecnologia, principalmente computadores e *softwares*, que se encarregam de fazer a parte operacional.

- A natureza fundamental de muitos problemas estatísticos é a de que eles comumente não têm uma única solução matemática. Os problemas de Estatística geralmente começam com um questionamento e terminam com uma opinião, que se espera que seja fundamentada em certos resultados teórico-práticos. Os julgamentos e as conjecturas expressos pelos estudantes freqüentemente não podem ser caracterizados como certos ou errados. Em vez disso, eles são analisados quanto à qualidade de seu raciocínio, adequação e métodos empregados para fundamentar as evidências.

Garfield & Gal (1999, pp. 12-13) estabelecem alguns tipos específicos de raciocínio que são desejáveis que os estudantes (de graduação) desenvolvam enquanto aprendem Estatística:

- Raciocínio sobre dados: reconhecer e categorizar os dados (qualitativos, quantitativos discretos ou contínuos), entender como cada

[19] No capítulo 4, mostraremos que essa idéia também está presente na Educação Matemática Crítica.

tipo de variável leva a um tipo particular de tabela, gráfico ou medida estatística.

- Raciocínio sobre representação dos dados: entender como ler e interpretar gráficos, como cada tipo de gráfico é apropriado para representar um conjunto de dados, reconhecer as características gerais de uma distribuição pelo gráfico, observando a forma, o centro e o espalhamento.

- Raciocínio sobre medidas estatísticas: entender o que as medidas de posição e variabilidade dizem a respeito do conjunto de dados, quais são as medidas mais apropriadas em cada caso e como elas representam o conjunto de dados. Usar as medidas de posição central e de variabilidade para comparar diferentes distribuições e entender que amostras grandes são melhores do que as pequenas para se fazer previsões.

- Raciocínio sobre incerteza: entender e usar as idéias de chance, aleatoriedade[20], probabilidade e semelhança para fazer julgamentos sobre eventos, usar métodos apropriados para determinar a semelhança de diferentes eventos (como simulações com moedas ou diagramas de árvore, que ajudam a interpretar diferentes situações).

- Raciocínio sobre amostras: entender como as amostras se relacionam com a população e o que pode ser inferido acerca de uma amostra, saber que amostras grandes e bem selecionadas representarão melhor a população. Tomar precauções quando examinar a população com base em pequenas amostras.

[20] O termo *aleatoriedade*, conforme Batanero (2001), compreende uma família de conceitos. Em sua obra, ela relata diversos tipos de raciocínio pertinentes à idéia de aleatoriedade (op. cit., pp. 73 – 78)

- Raciocínio sobre associações: saber julgar e interpretar as relações entre variáveis, em tabelas de dupla entrada ou em gráficos, entender que uma forte correlação entre duas variáveis não significa que uma causa a outra.

Assim como é preciso tomar medidas para estimular o raciocínio estatístico, também se torna necessário estabelecer maneiras eficazes de avaliar esse desenvolvimento nos estudantes. Espera-se que métodos apropriados de avaliação sejam efetivados para revelar como os alunos raciocinam sobre as ferramentas estatísticas, como eles interpretam os resultados e tiram conclusões. A habilidade de um estudante em calcular a média aritmética, por exemplo, pouco esclarece sobre o seu entendimento do assunto, ou seja, nada indica se o estudante entende o tipo de informação que se pode obter com a média e o que ela pode revelar sobre o conjunto de dados a que se refere.

Raciocínios incorretos, freqüentemente baseados no senso comum ou no tipo de entendimento que as pessoas têm sobre assuntos estatísticos sem base formal, são comuns nos estudantes. Alguns desses raciocínios incorretos foram identificados por Kahneman, Slovic e Tversky (1982), Konold (1989) e Lecoutre (1992), [*apud* Garfield E Gal, 1999]:

- Média: a média é o número mais comum. Os conjuntos de dados devem sempre ser comparados exclusivamente pelas suas médias. Para encontrar a média, deve-se somar todos os números e dividir o resultado pela quantidade de números somados (incluindo os *outliers*).

- Probabilidade: modelos intuitivos de probabilidade levam os estudantes a tomar decisões do tipo sim/não ao invés de examinar a situação globalmente. Por exemplo, se a previsão do tempo afirma que há 70% de chance de chover, acredita-se de imediato que efetivamente vai chover e, se não chove, diz-se que a previsão errou.

- Amostragem: imaginar que, para uma amostra ser representativa, ela tem de ser grande, não importando como ela foi escolhida, ou seja, negligenciar o processo de amostragem como fator importante para a representatividade da população.

- Lei dos pequenos números: pequenas amostras são usadas como base para inferências e generalizações acerca da população.

- Representatividade e equiprobabilidade: uma amostragem de cara ou coroa é considerada melhor se apresentar uma quantidade semelhante de caras e de coroas, enquanto uma amostragem com mais caras do que coroas é considerada ruim.

Batanero (2001) também investiga os raciocínios incorretos e nos fornece alguns exemplos na área de probabilidade semelhantes ao que acima foi mencionado:

> A probabilidade de uma criança nascer homem é aproximadamente ½. Qual das seguintes seqüências de sexos é mais provável que ocorra em seis nascimentos?
>
> a) HMMHMH
>
> b) HMMMMH
>
> c) as duas têm igual probabilidade (p. 66)

O raciocínio errado em questão é o de responder a letra (a), pois ambas configurações têm a mesma chance de ocorrer.

Desenvolver o raciocínio estatístico nos estudantes não é uma tarefa simples. Muitos autores afirmam que não é possível fazê-lo por instrução direta, e muitos notam pouco ou nenhum progresso mesmo seguindo as recomendações acima descritas. Sedlmeier (1999) afirma que o raciocínio estatístico raramente é ensinado, e quando o é, raramente é bem sucedido. Já Nisbett (1993) defende que o raciocínio estatístico das pessoas pode ser aprimorado se elas aprenderem as regras estatísticas e que estas podem

ser ensinadas por meio de instrução direta. Garfield (1998), entretanto, sugere que os professores não ensinam especificamente os estudantes a usar e aplicar o raciocínio estatístico. Ao contrário, eles ensinam conceitos e procedimentos, promovem o trabalho com dados reais, com *softwares*, e esperam que o raciocínio estatístico se desenvolva como um resultado desse trabalho. Contudo, aparentemente, o raciocínio estatístico não se desenvolve dessa forma. Garfield (2002) conclui:

> Não há um consenso entre os pesquisadores sobre como ajudar os estudantes a desenvolver o raciocínio estatístico ou como determinar o correto nível de seu raciocínio. Talvez com mais estudos em sala de aula que examinem os tipos de raciocínio, os conhecimentos de pré-requisito e as habilidades necessárias a cada tipo de raciocínio, além do impacto de diferentes atividades de ensino, os pesquisadores possam ser capazes de entender o processo de como se desenvolve corretamente o raciocínio estatístico (p. 4).

Garfield (op. cit.) identifica cinco níveis de raciocínio estatístico:

Nível 1 – Raciocínio idiossincrático. O estudante sabe algumas palavras e símbolos estatísticos, usa-os mesmo sem entendê-los completamente e mistura-os com informações não relacionadas. Por exemplo: os estudantes aprenderam os termos média, mediana e desvio padrão como medidas de resumo, mas fazem uso incorreto delas (por exemplo, comparando a média com o desvio padrão ou fazendo julgamentos sobre uma boa média ou um bom desvio padrão).

Nível 2 – Raciocínio verbal. O estudante tem entendimento verbal de certos conceitos, mas não aplica isso em seu comportamento. Por exemplo, o estudante pode selecionar ou prover uma correta definição, mas não entende completamente o seu conceito (por exemplo, porque a média é maior que a mediana em distribuições com assimetria positiva).

Nível 3 – Raciocínio transicional. O estudante é capaz de identificar corretamente uma ou duas dimensões de um processo estatístico, mas sem integrar completamente essas dimensões. Por exemplo, uma amostra maior leva a um intervalo de confiança menor, um desvio padrão menor leva a um intervalo de confiança menor.

Nível 4 – Raciocínio processivo. O estudante é capaz de identificar corretamente as dimensões de um conceito ou processo estatístico, mas não integra completamente essas dimensões ou não entende o processo por completo. Por exemplo, o estudante sabe que a forte correlação entre duas variáveis não implica necessariamente que uma causa a outra, mas não pode explicar o porquê.

Nível 5 – Raciocínio processual integrado. O estudante tem um completo entendimento sobre um processo estatístico, coordenando as regras e o comportamento da variável. O estudante pode explicar o processo com suas próprias palavras e com confiança. Por exemplo, o estudante pode explicar o que um intervalo de confiança de 95% significa em termos do processo se obtiver uma distribuição amostral de uma população.

Nós acreditamos que é possível ajudar os estudantes a desenvolver o raciocínio estatístico. Para tanto, certos procedimentos devem ser incorporados ao dia-a-dia da sala de aula, tais como incentivar os estudantes a descrever verbalmente o processo estatístico que está sendo analisado. Atividades que desafiam os estudantes a explicar o que faz um desvio padrão ser maior ou menor podem, por exemplo, ajudar no desenvolvimento do raciocínio sobre a variabilidade (DELMAS, 2001). Atividades que permitem uma simulação visual de amostras de uma população, variando o tamanho da amostra ou os parâmetros da população, ajudam os estudantes a desenvolver o raciocínio sobre distribuição amostral (GARFIELD, 2002).

Se os professores estiverem atentos aos tipos de raciocínio que precisam reforçar em seus estudantes, podem promover atividades para ajudar a desenvolvê-los. Da mesma forma, podem proporcionar atividades nas quais possam avaliar o nível de

desenvolvimento do raciocínio dos estudantes, para melhor direcionar suas aulas e assim otimizar o aprendizado dos seus alunos. Acreditamos que isso não seja uma tarefa simples, mas o entendimento da hierarquização dos níveis de desenvolvimento do raciocínio estatístico, conforme apresentado por Garfield (op. cit.), nos dá uma idéia de que os erros dos alunos podem fornecer importantes informações sobre suas falhas de raciocínio. Observando isso, o professor pode procurar desenvolver estratégias que possibilitem o enfrentamento e a superação dessas falhas por conta do desenvolvimento correto do raciocínio estatístico.

2.4 – Raciocínio + Pensamento + Literacia

Para desenvolver a literacia nos estudantes, tem-se que pensar em outras capacidades correlatas que irão se juntar a ela para promover um completo entendimento dos conceitos estatísticos (RUMSEY, 2002).

delMas (2002) interpreta a literacia estatística como uma meta de abrangência geral dentro do ensino da Estatística e também entende que deve-se levar em conta a existência de seus aspectos comuns ao pensamento e ao raciocínio estatístico.

Assim, entendemos que não é produtivo pensar no ensino da Estatística baseado nessas três capacidades consideradas independentemente, pois elas se complementam e somente juntas é que vão abranger a compreensão global da Estatística.

A literacia pode ser vista como o entendimento e a interpretação da informação estatística apresentada, o raciocínio representa a habilidade para trabalhar com as ferramentas e os conceitos aprendidos e o pensamento leva a uma compreensão global da dimensão do problema, permitindo ao aluno questionar espontaneamente a realidade observada por meio da Estatística (CHANCE, 2002).

Não há uma capacidade que tenha precedência sobre outra, mas de certa forma, há uma relação intrínseca entre elas. delMas (2002) propõe duas interpretações para a relação entre as três capacidades:

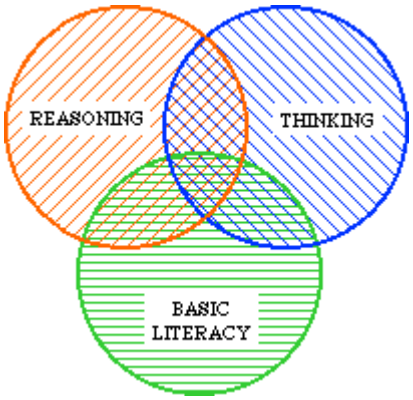


Figura 2.1- Domínios independentes, com alguma interseção (DELMAS, 2002, p. 4)

Segundo essa interpretação, cada capacidade tem um domínio independente das demais, ao mesmo tempo em que existem interseções parciais entre dois domínios e uma parte de interseção das três capacidades. Se essa perspectiva está correta, é possível desenvolver uma capacidade independentemente das outras, ao mesmo tempo em que devem existir atividades que enfatizam as três capacidades ao mesmo tempo.

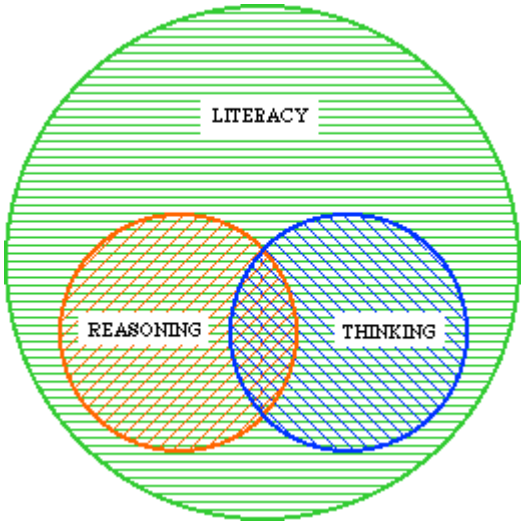


Figura 2.2- Raciocínio e Pensamento contidos na Literacia. (DELMAS, 2002, p.4)

Esta segunda interpretação apresenta a Literacia como uma capacidade de abrangência geral, com o pensamento e o raciocínio incluídos em seu domínio. Um cidadão estatisticamente competente (ou seja, estatisticamente letrado), tem o pensamento e o raciocínio totalmente desenvolvidos. Esta interpretação é mais

abrangente, mas mais difícil de se perseguir, pois aparentemente requer do aluno uma grande vivência na disciplina, tanto dentro como fora da sala de aula.

De qualquer forma, em ambos os diagramas pode-se notar que existe interseção entre as três capacidades. Também podemos concluir que devem existir conteúdos nos quais um dos domínios é predominante. delMas (2002) entende que, num conteúdo específico, pode-se perseguir abordagens que enfatizem cada uma das três capacidades independentemente, e ainda dentro do mesmo conteúdo, podem ser desenvolvidas atividades que verifiquem as três capacidades simultaneamente.

Em complemento a essas interpretações, nós propomos um diagrama que utiliza a figura 1 como base, mas que admite a existência de um conjunto universo da Estatística em seu entorno. Nesse diagrama, teríamos domínios da Estatística que não desenvolvem nenhuma das três capacidades. Esses domínios seriam a parte da Estatística que lida, por exemplo, com o cálculo puro ou com o uso da tecnologia.

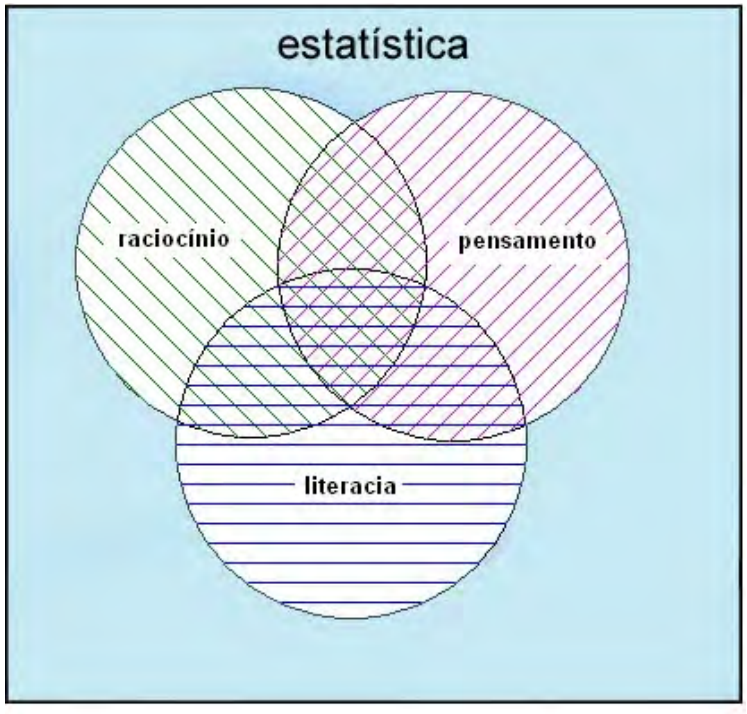


Figura 2.3- O conjunto universo da Estatística contém elementos que não desenvolvem aspecto algum das três capacidades.

Os elementos que estariam na parte colorida (azul claro) do diagrama acima seriam aspectos marginais da Estatística, tais como o conhecimento sobre as funções

computacionais, ou seja, as sintaxes de comando de programas como o Excel. Também estariam inseridos nesse contexto as fórmulas de cálculo de arranjo, combinação e permutação, que em si não desenvolvem conceito algum de Estatística, mas que podem ser utilizadas no cálculo de certas probabilidades (observe que o conceito de probabilidade independe dessas fórmulas). Outro exemplo seriam as matrizes e os determinantes, usados na regressão com duas ou mais variáveis explicativas. Poderíamos também citar as derivadas parciais, usadas para a dedução das fórmulas do método dos mínimos quadrados. Se quiséssemos ir adiante, poderíamos ainda inserir nesse contexto os algoritmos das operações básicas de multiplicação, divisão, a raiz quadrada, potenciação e outros. Tais conteúdos, embora marginais, integram o campo conceitual da Estatística, fazem parte de seu conjunto Universo, porém, são sobretudo do domínio da Matemática. Entretanto, observamos que muitos professores gastam boa parte de seu tempo de aula explicando esses conteúdos, que supostamente seriam prioritários para a Estatística. Embora alguns possam discordar, entendemos que tais conteúdos podem, no domínio da Estatística, resolver-se mediante o auxílio da tecnologia (calculadoras, emuladores, computadores), visto que pouco (ou nada) contribuem para o desenvolvimento das três capacidades aqui ressaltadas como mais importantes.

Bem, mas o debate principal é COMO desenvolver as três capacidades. Entendemos, em acordo com os autores aqui referenciados, que elas não podem ser desenvolvidas mediante instrução direta dos educadores. A idéia é a de que os professores possam atuar junto aos aprendentes de modo a favorecer a vivência dessas capacidades, possibilitando assim a construção e o desenvolvimento contínuo delas.

Essas capacidades devem, sobretudo, representar os objetivos a serem perseguidos pelos professores no âmbito do ensino de Estatística em cursos de nível superior. Desse forma, como ressalta delMas (2002), não é possível assumir que o raciocínio, o pensamento e a literacia estatística vão surgir nos estudantes se não forem tratados explicitamente como objetivos pelos professores. Além disso, esses objetivos têm de ser perseguidos pelos instrutores, mediante a elaboração de estratégias de sala de aula planejadas para esse fim e da preparação de avaliações que requeiram dos estudantes uma demonstração do desenvolvimento dessas capacidades. Isso sugere, ainda segundo delMas (op. cit.), que os professores devem coordenar os objetivos do curso com as atividades de sala de aula e as avaliações, de forma que, somente quando

isso for realmente feito, existirá um retorno significativo para os alunos e para o professor.

Um aspecto comum ao desenvolvimento das três capacidades é que a interpretação da informação estatística só é possível com o entendimento do contexto em que ela está inserida. Assim, o ensino de um procedimento deve sempre ser acompanhado de exemplos de contextos nos quais ele é aplicável e de outros nos quais ele não é aplicável. O entendimento desse aspecto deve levar o estudante a selecionar apropriadamente os procedimentos ou identificar as condições que legitimam o uso de um procedimento específico. Analogamente, um termo ou definição não deve nunca ser ensinado isoladamente, pois corre-se o risco de o estudante não reconhecer em que condições práticas (ou reais) ele pode ou deve ser usado.

Complementando essa idéia, delMas (op. cit.) reforça a importância da avaliação:

> A mim parece que a avaliação freqüentemente não recebe a mesma atenção como a instrução, mesmo que ela tenha a mesma proeminência. Eu acredito que nós cometemos uma falácia instrucional quando uma matéria ou atividade apresentada, que é relacionada a um objetivo do curso, e o resultado de seu aprendizado não é avaliado. Eu certamente tenho sido culpado nesse crime (p. 2).

Chance (2002) concorda com delMas, desafiando os professores a ensinar e avaliar aquilo que rogam ser importante e estabelecendo o que ela chama de mantra número um: <u>avalie aquilo que você dá valor</u>.

As desculpas mais freqüentes dos professores para não avaliar tudo o que ensinam são:

I) Não há espaço suficiente em um exame para incluir todos os conteúdos do curso.

II) É difícil estabelecer um critério claro que especifique se o aluno atingiu ou não um certo objetivo.

III) Se a avaliação for rigorosa, muitos alunos ficarão reprovados.

Com a ajuda de delMas (2002) procuramos derrubar esses argumentos com as seguintes colocações:

I) A avaliação não precisa ocorrer somente de maneira formal, como um exame escrito. Se não encontramos lugar na prova escrita, outras formas de avaliação devem ser exploradas;

II) Na confecção de atividades que visam a desenvolver um certo conceito, deve-se abranger ao mesmo tempo um componente de avaliação/*feedback*. Esses *feedbacks* podem ser automáticos e podem produzir uma oportunidade de autocorreção, ou uma correção *just-in-time*, que irá preencher a lacuna de entendimento que o estudante revelou.

III) Avaliar não significa dar nota. O conceito de avaliação está mais relacionado ao ato de verificação de aprendizagem, para que o professor possa buscar as falhas do processo de educação e assim planejar medidas, dando ao aluno novas chances de construir os saberes para os quais apresentou dificuldades.

Fora isso, delMas (op. cit.) afirma que o estudante fica consideravelmente desapontado quando estuda muito um certo conteúdo dado em classe e ele não aparece na avaliação. Seguindo a idéia apresentada acima, conteúdos que não serão avaliados na prova escrita podem ter atividades específicas em classe para sua avaliação, e essas atividades devem pesar na nota final do aluno, de forma a trazer a ele uma motivação extra para se empenhar em participar construtivamente da atividade.

Hubbard (1997) afirma que é possível e desejável que, no processo de avaliação, o professor construa questões que:

I) Tenham foco explícito nos objetivos do curso.

II) Façam distinção entre a aprendizagem superficial e profunda, isto é, as respostas devem requerer que os estudantes pensem sobre o que eles aprenderam e não meramente reproduzam o que aprenderam.

III) Mostrem aos estudantes que a aprendizagem por mera reprodução ou memorização de fórmulas e algoritmos não está sendo encorajada.

IV) Testem o entendimento dos conceitos de maneira não trivial.

Para facilitar a elaboração das atividades de sala de aula, bem como as avaliações, delMas (op. cit.) apresenta uma tabela na qual as três capacidades são diferenciadas quanto aos objetivos dos exercícios. De forma simplificada, observando esses objetivos podemos distinguir com qual capacidade estamos trabalhando. Assim, entendemos ser possível orientar a construção de atividades que privilegiem as três capacidades, desde que a elas sejam inseridos objetivos típicos de seus domínios.

Tabela 2.1- Os objetivos das atividades podem distinguir as três capacidades

Literacia Básica	**Raciocínio**	**Pensamento**
Identificar	Por quê?	Aplicar
Descrever	Como?	Criticar
Interpretar	Explique (o processo)	Estimar, Avaliar
Ler		Generalizar
Reescrever		
Traduzir		

Fonte: delMas, 2002, p.6

Dessa forma, identificamos algumas ações com o objetivo de auxiliar o professor a proporcionar ao aluno o desenvolvimento das três capacidades no ensino:

I) Sempre que possível, trabalhar com dados reais.

II) Sempre relacionar os dados ao contexto em que estão inseridos.

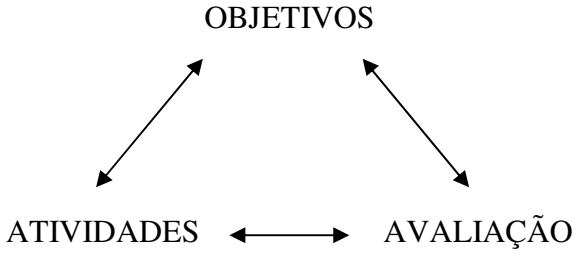
III) Sempre orientar os alunos para que interpretem seus resultados.

IV) Permitir que os estudantes trabalhem juntos (em grupo) e que uns critiquem as interpretações de outros, ou seja, favorecer o debate de idéias entre os alunos.

V) Promover julgamentos sobre a validade das conclusões, ou seja, compartilhar com a classe as conclusões e as justificativas apresentadas.

VI) Avaliar constantemente o desenvolvimento das três capacidades em cada domínio da Estatística.

VII) Para cada conteúdo, promover a triangulação:



Por fim, citamos Hubbard: "Projetos nos quais os estudantes criam ou coletam dados, apresentam, analisam e os discutem são uma poderosa ferramenta para desenvolver o entendimento" (1997, p. 4).

2.5 – Raciocínio Estatístico x Raciocínio Matemático

O raciocínio estatístico é essencialmente distinto do raciocínio matemático, pelo menos em relação aos objetivos da estatística que consideramos relevantes. Na Matemática, trabalhamos com um raciocínio que decorre do uso de uma lógica formal

de operações, associações, deduções e implicações. Já na Estatística, temos um raciocínio de decisão, de análise, que atua de acordo com um sistema complexo, utilizando heurísticas adquiridas em uma relação empírica com a experiência do cotidiano. Podemos identificar, por exemplo, o raciocínio correlacional e o inferencial, que não ocorrem no aprendizado da Matemática comum.

Moore (1992) afirma, dentre outras coisas, que:

(i) A Estatística é uma disciplina científica autônoma que tem seus métodos específicos de raciocínio.

(ii) Ainda que seja uma ciência matemática, não é um subcampo da Matemática. A Estatística não surgiu da Matemática.

(iii) Ainda que seja uma disciplina metodológica, não é uma coleção de métodos.

(iv) A Estatística é a ciência dos dados. Com mais precisão, o objeto da Estatística é o raciocínio com base em dados empíricos. Os dados não são simplesmente números, mas sim números em um contexto.

(v) Nos últimos anos, a tecnologia tem feito a investigação e a prática estatística se distanciar cada vez mais da Matemática.

(vi) A Estatística tem suas próprias controvérsias, que estão distantes das controvérsias relacionadas com os fundamentos da Matemática.

(vii) A relação entre a Estatística e a Matemática se produz em um único sentido (não é biunívoca): a Estatística toma conceitos matemáticos para o desenvolvimento de seus métodos, em contrapartida a Matemática não toma conceitos Estatísticos.[21]

Entendemos que o raciocínio estatístico tem natureza diferente do raciocínio matemático, primeiramente porque os objetos de estudo dessas disciplinas são intrinsecamente diferentes. A Estatística estuda fenômenos coletivos, caracterizados por informações acerca de uma população ou universo, trabalha com previsões, com

[21] Não é o caso da Matemática Aplicada.

reflexões, com incertezas, e com interpretações baseadas num raciocínio típico de seus métodos.

Segundo Kader e Perry (2006), a resolução de problemas de Estatística e a tomada de decisões dependem de um entendimento, explicação e quantificação da variabilidade dos dados. É esse foco na variabilidade dos dados que enfatiza a diferença entre a Estatística e a Matemática.

Batanero (2001) aponta outros pontos de diferenciação e destaca:

> A natureza da Estatística é muito diferente da cultura determinista tradicional da matemática. Um indicador disso é que ainda hoje em dia prosseguem as controvérsias filosóficas sobre a interpretação e a aplicação de conceitos básicos como os de probabilidade, aleatoriedade, independência ou teste de hipóteses, enquanto estas controvérsias não existem em álgebra ou geometria. As dimensões políticas e éticas do uso e possível abuso da Estatística e da informação estatística contribuem para a especificidade de seu campo (p. 7).

O raciocínio estatístico pode depender ou não do raciocínio matemático. Muitas vezes, podemos supor que ele deriva do raciocínio matemático, mas isso não é necessariamente verdade.

Para exemplificar nossa idéia de diferenciação dos dois tipos de raciocínio, vamos usar o conceito de média aritmética. Existe um algoritmo matemático que leva ao cálculo da média aritmética, seja ela simples ou ponderada. Um aluno pode aprender esse algoritmo e, por conseguinte, ser capaz de calcular corretamente a média aritmética de um conjunto de dados. Ocorre que, se ele baseia seu raciocínio de resolução de um problema somente no algoritmo de cálculo da média, ele pode incorrer em erros (derivados do erro de cálculo) que poderiam ser evitados se ele tivesse compreendido o conceito de média aritmética.

> Os resultados das investigações que temos descrito sobre a média mostram também que o conhecimento das regras de cálculo por parte dos estudantes não implica necessariamente uma compreensão real dos conceitos subjacentes. Se os alunos adquirem só o conhecimento do tipo computacional, é provável que cometam erros previsíveis,

> salvo nos problemas mais simples. Além disso, propor o algoritmo de cálculo prematuramente pode influir negativamente na compreensão desse conceito (BATANERO, 2001, p. 85).

Admitimos que os estudantes possuem uma noção intuitiva de média como uma medida de centro, de localização central. Assim, é mais produtivo trabalhar o conceito de média com essa noção intuitiva sendo valorizada, para introduzir os algoritmos num momento posterior, de modo a não fazê-lo sobrepor ao conceito intuitivo, mas sim facilitá-lo e operacionalizá-lo. Assim, mesmo sendo a média aritmética um conceito ligado a um cálculo matemático, o raciocínio puramente matemático não implica na compreensão do objeto estatístico, que possui uma dimensão muito mais ampla e deriva de noções que não estão necessariamente ligadas ao cálculo ou ao uso de algoritmos.

Outro exemplo que poderíamos mencionar é o caso da probabilidade. Em Matemática, esse conceito está mais ligado à idéia de razão, de proporção entre um número de casos favoráveis (sucesso) e o número de elementos do espaço amostral. Para a Estatística, o conceito de probabilidade[22] deriva do conceito de aleatoriedade e sua compreensão passa então a um plano mais complexo, pois não depende do aluno saber reproduzir uma definição do que seja aleatório, mas de que ele assimile esse conceito baseado no estudo de fenômenos concretos e nos conhecimentos prévios que ele traz em si.

> O raciocínio típico da Estatística é diferente do que se usa em Matemática e daí que seja legítimo tentar evitar que o ensino da Estatística se faça adotando uma orientação semelhante à que é seguida quando se ensina Matemática (BRANCO, 2000, pp. 24-5).

Enquanto a Matemática tem sua compreensão ligada a propriedades operacionais e deduções lógicas que caracterizam seu raciocínio, a Estatística depende de conceituações subjetivas, muitas vezes ligadas a algum conceito matemático, mas

[22] Cordani (2001) lista diversas definições de probabilidade segundo a teoria lógica, a teoria empírica e a subjetiva (pp. 63-67). Na obra de Coutinho (1994 e 2001) também encontramos vários enfoques atrelando o conceito de probabilidade à apreensão do acaso e à identificação do experimento aleatório. Em Wonnacott & Wonnacott (1980, pp.32-62) encontramos uma interessante explanação sobre probabilidade do ponto de vista estatístico, incluindo a probabilidade simétrica e a axiomática, entre outras.

que invariavelmente extrapolam esse conceito e demandam o uso de funções cognitivas diferenciadas, ligadas a associações, interpretações, análises complexas e relações abstratas, dentro de uma compreensão global de um fenômeno (pensamento estatístico) e descrita por meio de uma linguagem própria (literacia estatística).

Cognitivamente falando, o cérebro humano é dividido em dois hemisférios, o direito e o esquerdo. Atividades de linguagem e de lógica são prioritariamente trabalhadas no lado esquerdo, enquanto o lado direito se ocupa de imagens, padrões e processos indutivos. Segundo essa separação[23], a Matemática é desenvolvida principalmente no lado esquerdo. Já a habilidade em analisar dados é prerrogativa do hemisfério direito (CORDANI, 2001). Dessa forma, pode-se compreender a diferenciação de raciocínios necessários para a melhor compreensão da Matemática e da Estatística, admitindo-se que esta última demanda uma cooperação entre os hemisférios, sendo por isso mais complexa, ou, no mínimo, diferenciada da Matemática comum.

Apesar dessa diferenciação ser, para nós, clara nos termos que aqui expusemos, devemos admitir a existência de competências comuns ao trabalho pedagógico das duas disciplinas. O ensino de Matemática que valoriza os aspectos aplicados dessa disciplina em situações concretas, ligadas ao cotidiano dos estudantes, que valoriza o trabalho com situações-problema e que expõe os alunos a condições interpretativas do contexto dos números, se aproxima muito dos objetivos do ensino da Estatística. Ao diferenciar os aspectos relativos ao raciocínio matemático e ao raciocínio estatístico, estamos apenas tornando mais evidentes as características próprias desses raciocínios num contexto cognitivo de aprendizagem e não no contexto pedagógico. Ao se considerar que um aluno só aprendeu Matemática se ele souber aplicar os conhecimentos adquiridos para solucionar situações novas, práticas, aplicadas a um contexto que tem relevância para ele, então estaremos observando uma grande convergência entre os objetivos da Educação Matemática e da Educação Estatística. É baseado nesse aspecto convergente que nos valemos nesta pesquisa das idéias da Modelagem Matemática e da Educação Crítica para construir os ambientes (ou as situações) de aprendizagem voltados tanto para o conteúdo estatístico como para questões que são do interesse dos alunos, no âmbito da sala de aula.

[23] Válida para destros. Em sinistros a posição é invertida.

2.6 – Metas e recomendações para o ensino de Estatística

Com intuito de prover os estudantes da oportunidade de desenvolver as três capacidades, Garfield e Gal (1999) destacam uma série de metas necessárias para orientar os objetivos dos professores de Estatística. São elas:

- Entender o propósito e a lógica das investigações estatísticas que se encontram por trás dos métodos aplicados.
- Entender a natureza de um processo de investigação estatística e o planejamento de obtenção de dados, incluindo como, quando e por que as ferramentas estatísticas podem ser usadas.
- Desenvolver habilidades para organizar dados, construir tabelas e gráficos e, inclusive, usar convenientemente as ferramentas informáticas disponíveis.
- Desenvolver e compreender de maneira formal e intuitiva as principais idéias matemáticas envolvidas.
- Entender os conceitos relacionados à probabilidade e incerteza que aparecem na vida cotidiana, especialmente na mídia.
- Desenvolver habilidades de interpretação dos resultados, de postura crítica e reflexiva sobre argumentos estatísticos.
- Desenvolver habilidades de se comunicar estatisticamente, apresentando seus resultados e discutindo e argumentando sobre suas interpretações usando terminologia própria da Estatística.

O NCTM[24], no sentido de aprimorar o desenvolvimento das três capacidades, estabelece algumas recomendações para os professores: (*apud* GARFIELD E GAL, op. cit.)

[24] National Council of Teachers of Mathematics

- Prover os estudantes de oportunidades de trabalho com dados reais, resolvendo problemas de interesse dos alunos, envolvendo todos os passos de uma pesquisa. Fazer os estudantes tomar decisões, analisando e justificando-as.

- Prover os estudantes de raciocínio de articulação, incluindo comunicação oral e escrita como parte regular da resolução de problemas. Encorajar os estudantes a ir além das respostas comuns, explicar os procedimentos e interpretar os resultados.

- Alertar os estudantes a tomar cuidado com seu pensamento e raciocínio, promovendo discussões sobre as possíveis soluções de um problema.

- Dar aos estudantes a oportunidade de usar a tecnologia na exploração dos dados de um problema, com o intuito de focar mais no raciocínio e menos no cálculo das medidas estatísticas.

- Introduzir softwares que ajudem os estudantes a avaliar seu raciocínio, ou seja, utilizar programas de computador para fazer simulações e testar as modificações que ocorrem ao se trabalhar com diferentes amostras.

- Avaliar constantemente o surgimento e o desenvolvimento do raciocínio, da literacia e do pensamento estatísticos. Não ficar restrito a exames escritos objetivos, mas avaliar no dia-a-dia da sala de aula, mediante atividades específicas, que evidenciem o nível das capacidades. Prover o retorno dessa avaliação no próprio momento de sua realização, por exemplo, mediante discussões e debates sobre as interpretações e análises mais adequadas a cada conteúdo.

Esta última recomendação não está no NCTM. Foi introduzida por nós, baseada nos levantamentos realizados neste trabalho de pesquisa. Ao introduzir esse item, pretendemos valorizar a avaliação continuada, que entendemos ser de suma importância para que o professor possa identificar se o estudante está mobilizando adequadamente o raciocínio e o pensamento estatísticos.

Cap. 3 – A Modelagem Matemática

A aproximação da Estatística com a Matemática nos abre a possibilidade de fazer uso de alguns aspectos da Educação Matemática na elaboração e na análise de algumas propostas de trabalho de conteúdos estatísticos em sala de aula. Em concordância com os elementos da fundamentação teórica da Educação Estatística, encontramos um aspecto da Educação Matemática que nos será de grande valor para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa. Trata-se da Modelagem Matemática, que nos instrui de maneira fundamental na elaboração de projetos pedagógicos.

D'Ambrosio (2002) reflete sobre a Matemática e faz uma associação dela com a idéia de modelo:

> A matemática, como o conhecimento em geral, é resposta às pulsações da sobrevivência e de transcendência, que sintetizam a questão existencial da espécie humana. A espécie cria teorias e práticas que resolvem a questão existencial. Essas teorias e práticas são as bases de elaboração de conhecimento e decisões de comportamento, a partir de representações da realidade. As representações respondem à percepção de espaço e tempo. A virtualidade dessas representações, que se manifesta na elaboração de modelos, distingue a espécie humana das demais espécies (op. cit, p. 27).

A elaboração de modelos ou a presença da Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática se coloca essencialmente em situações que visam a representar e estudar matematicamente um problema que provém do mundo real e cuja solução deverá possibilitar sua análise, reflexão, conscientização, discussão e validação. No caso da presente pesquisa o interesse se volta para situações que tenham estreita ligação com a formação profissional do estudante de graduação. Assim, a Modelagem Matemática se torna coerente com os pressupostos da Educação Estatística ao conjugar a idéia de aprender Estatística fazendo Estatística por meio do estudo, investigação, análise, interpretação, crítica e discussão de situações do cotidiano do aluno (ou de situações reais).

Nesse sentido, no presente trabalho adotamos estratégias de ensino-aprendizagem formuladas por meio da modelagem matemática e, por isso, apresentamos aqui algumas noções dessa prática pedagógica, estabelecendo suas ligações com a Educação Estatística. Para esta análise, tomamos como base principalmente os trabalhos de D'Ambrosio (1991), Bassanezi (2004) e Biembengut & Hein (2003).

3.1 – O que é a modelagem matemática

A palavra *modelo* nos dá a idéia de representação. Por exemplo, para estudar um edifício, podemos construir um modelo em menor escala para facilitar esse estudo (maquete). Para confeccionar uma roupa, muitas vezes é preciso fazer um desenho, uma representação da peça, ou seja, um modelo.

De maneira geral, podemos criar modelos para interpretar e estudar os fenômenos, sejam eles naturais ou sociais. O avanço da tecnologia tem tornado comum o uso de modelos virtuais que possibilitam uma enorme quantidade de simulações.

Em todos esses aspectos citados, o objetivo da criação de um modelo pode ser analítico, explicativo, pedagógico, de previsão etc.

A Matemática é particularmente pródiga na possibilidade de criar modelos, pois qualquer problema quantificável requer a intervenção de um ente matemático.

> Nessa perspectiva, um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real, denomina-se 'modelo matemático' (BIEMBENGUT & HEIN, 2003, p.12).

O processo que envolve a obtenção de um modelo matemático é conhecido como *modelagem matemática*. A modelagem se configura como a arte de modelar, de criar modelos para os mais diversos fins e pode ser vista como uma forma de constituição e de expressão do conhecimento.

O nível de conhecimento matemático do modelador é determinante na qualidade do modelo que ele cria. Além do conhecimento matemático, o modelador

precisa lançar mão de certa dose de criatividade e intuição, com o objetivo de interpretar corretamente o contexto a ser estudado e adaptar adequadamente as ferramentas matemáticas apropriadas.

A validade ou a riqueza do modelo não estão somente ligadas à sofisticação matemática que o envolve, mas à sua capacidade de explicação, de predição, de adaptação, de adequação e de aplicação em diferentes contextos.

> A modelagem matemática é, assim, uma arte, ao formular e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias (BIEMBENGUT & HEIN, 2003, p.13).

A Matemática e a realidade podem ser conectadas por meio da modelagem. Essa conexão interativa é feita mediante o uso dos processos matemáticos conhecidos, com o objetivo de estudar, analisar, explicar, prever situações da vida cotidiana concreta que nos cercam.

D'Ambrosio (1991) relaciona a modelagem com a reflexão. Para ele, as reflexões são ações sobre a realidade e elas conduzem ao saber:

> Uma das manifestações da reflexão é a modelagem. O esforço de explicar, de entender, de manejar uma porção da realidade, um sistema, normalmente se faz isolando esse sistema e escolhendo alguns parâmetros nos quais concentraremos nossa análise. [...] Dessa maneira, considera-se um modelo e passa-se a analisar e refletir sobre o modelo. Este é o processo de modelagem (D'AMBROSIO, 1991, p. 11).

A modelagem matemática não é uma idéia recente, visto que ela esteve envolvida na construção histórica de muitas teorias científicas e, em particular, das teorias matemáticas. D'Ambrosio (op. cit.) considera a modelagem como a metodologia por excelência da Matemática ocidental, proveniente do pensamento grego. São exemplos históricos de modelagem em Matemática, a Geometria Euclidiana, a Mecânica Newtoniana, a Óptica Geométrica, além de muitas outras teorizações matemáticas.

3.2 – As etapas do processo de modelagem

A construção de um modelo matemático envolve três etapas:

I) Interação: reconhecimento da situação-problema e familiarização com o tema a ser abordado → construção do referencial teórico.

Primeiro deve-se traçar as linhas gerais da situação que se deseja estudar, para então pesquisar nas publicações disponíveis outros estudos correlacionados. Essa etapa, em geral, não se finda antes do início da outra, pois o reconhecimento e a familiarização com o problema vão sendo aprofundados ao longo de todo o processo de construção do modelo.

II) Matematização: formulação do problema, criação de hipóteses e resolução do problema.

Nessa etapa é que vai ocorrer a transposição do problema para a linguagem matemática, por isso ela pode ser considerada a parte mais complexa e mais importante do processo de construção do modelo. Aqui, a experiência, a criatividade e a intuição do modelador vão interferir sobremaneira.

Para a formulação do problema, deve-se classificar as informações disponíveis, focando aquelas que são mais relevantes para a abordagem que se deseja fazer, levantar as hipóteses, selecionar as variáveis e constantes envolvidas e descrevê-las em termos de símbolos e relações matemáticas.

> O objetivo principal deste momento do processo de modelar é chegar a um conjunto de expressões aritméticas ou fórmulas, ou equações algébricas, ou gráfico, ou representações, ou programa computacional, que levem à solução ou permitam a dedução de uma solução (BIEMBENGUT & HEIN, 2003, p.14).

III) Modelo matemático: interpretação da solução e validação do modelo.

Bassanezi chama de modelo matemático "um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado" (2004, p.20).

Nessa etapa, procede-se à resolução e à análise dos resultados, mediante o uso das opções matemáticas escolhidas ou disponíveis, o que requer bom conhecimento do conteúdo matemático envolvido. A avaliação é feita verificando-se a adequação do resultado à situação-problema inicialmente proposta e sua confiabilidade, destacando-se a significação e a relevância da solução encontrada.

Caso o modelo não produza uma solução satisfatória, deve-se retornar à etapa (II) para rever a matematização realizada, fazendo os ajustes necessários.

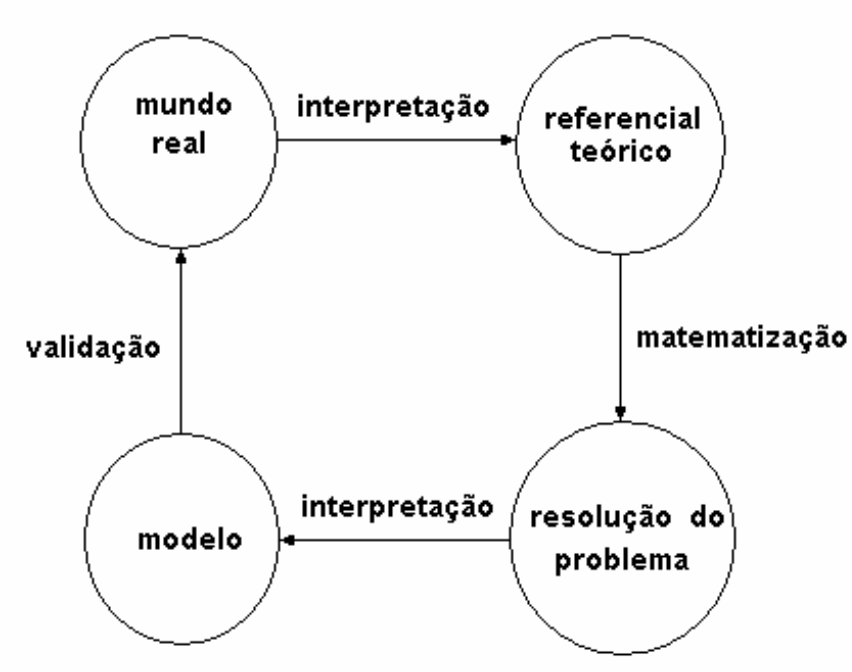


Figura 3.1 – Esquema simplificado do processo de modelagem[25]

[25] Existem várias outras propostas para o desenvolvimento da modelagem matemática, que não citamos aqui, pois foge do objetivo desta investigação.

3.3 – A Modelagem e o Ensino de Matemática

O processo de modelagem matemática é realizado em muitas atividades em nosso cotidiano. Sendo assim, é de grande relevância considerarmos esse processo no âmbito educacional, o que na verdade vem ao encontro dos objetivos desta pesquisa.

A modelagem pode ser um caminho para despertar nos estudantes o interesse pelos conteúdos matemáticos, na medida em que eles têm a oportunidade de estudar, por meio de pesquisas, situações-problema que têm aplicação concreta e que valorizam o seu senso crítico.

O processo de modelagem pode sofrer algumas alterações para adaptar-se ao sistema escolar, devendo-se levar em consideração o nível de ensino, o tempo disponível para os alunos realizarem as pesquisas, o currículo da disciplina etc. D'Ambrosio (1991) considera a modelagem eficiente "a partir do momento em que nos conscientizamos que estamos sempre trabalhando com aproximações da situação real, que na verdade estamos elaborando sobre representações" (p. 12).

Chamamos *modelagem matemática no ensino* a metodologia que utiliza a idéia da modelagem em cursos regulares do sistema educacional. A modelagem constitui, então, um método de ensino-aprendizagem que pode ser empregado nos diversos níveis de ensino, desde a matemática elementar até a pós-graduação.

Seus objetivos são:

- aproximar a Matemática de outras áreas de conhecimento;
- salientar a importância da Matemática para a formação do aluno;
- usar a aplicabilidade da Matemática para fomentar o interesse pela disciplina;
- melhorar a apreensão dos conceitos matemáticos;
- desenvolver a habilidade para resolver problemas;
- estimular a criatividade.

O planejamento das atividades de modelagem no ensino devem levar em conta os seguintes aspectos:

- a realidade dos alunos, seus interesses e metas;
- o nível de conhecimento matemático que eles possuem;
- a disponibilidade dos alunos para o trabalho extraclasse;
- o número de alunos e de grupos de trabalho a serem formados;
- o programa da disciplina e a carga horária necessária.

A escolha do tema deverá estar em concordância com o programa da disciplina, ou seja, o tema selecionado deve demandar um conhecimento pré-existente ou um conteúdo a ser desenvolvido, conforme a previsão do programa da disciplina. O professor pode escolher o tema ou deixar que os alunos escolham. Em qualquer uma dessas opções, o professor deve aprofundar-se no tema para poder preparar as atividades de forma a planejar previamente a condução dos trabalhos. Esse aprofundamento segue as mesmas etapas e subetapas do processo de modelagem já descritas, isto é, interação, matematização e modelo matemático.

Na Interação é feita a apresentação do tema. A motivação dos alunos, nessa etapa, depende da maneira com que o professor expõe o tema e demonstra seu interesse e conhecimento.

Na Matematização, deve-se proceder ao desenvolvimento do conteúdo matemático necessário para a formulação e resolução do problema proposto, além da apresentação de exemplos e exercícios análogos, com o objetivo de melhorar o entendimento dos conceitos por parte dos alunos.

Na última etapa, da execução do modelo matemático, é feita uma avaliação do modelo obtido quanto à sua validade e relevância, analisando os resultados e procedendo à chamada validação da modelagem. Pode-se discutir também a existência de possíveis variáveis que não foram levadas em consideração e, se houver interesse por parte dos alunos, pode-se propor outras questões a serem resolvidas com o modelo obtido, ou ainda, pode-se propor a criação de outros modelos que versem sobre o

mesmo tema, devendo-se para isso, retornar às etapas iniciais do processo de modelagem.

> O trabalho de modelagem tem como objetivo principal criar condições para que os alunos aprendam a fazer modelos matemáticos, aprimorando seus conhecimentos (BIEMBENGUT e HEIN, 2003, p. 23)

Segundo Biembengut & Hein (2003), os objetivos da modelagem matemática no ensino estão em conformidade com os objetivos do ensino da Matemática, que deve propiciar ao aluno:

- sólida formação matemática;
- capacidade para solucionar problemas;
- saber realizar uma pesquisa;
- capacidade para utilizar as tecnologias disponíveis;
- capacidade para trabalhar em grupo.

A avaliação da atividade deve ser feita de forma contínua pelo professor ao longo das aulas ou das realizações dos encontros ou reuniões. É fundamental o professor observar o empenho do aluno, o seu grau de envolvimento com o tema e com a atividade, a assiduidade, o cumprimento das etapas e a colaboração mútua dos membros dos grupos. Além disso, para finalizar, o professor deve avaliar se houve consolidação do conhecimento matemático envolvido na atividade.

3.4 – A modelagem matemática e esta pesquisa

Na sociedade moderna, caracterizada sobretudo pelo acúmulo de informações e pela necessidade de se tomar decisões em situações de incerteza, a Estatística vem cada vez mais ganhando destaque. Seus métodos encontram

aplicabilidade nas mais diversas áreas do conhecimento, quer seja em procedimentos de amostragem e planejamento de experimentos, na descrição, organização, análise e interpretação de dados, no estudo de relações entre variáveis, como no âmbito da estimação e inferência estatística.

Contudo, em questões de ensino e aprendizagem, pesquisas recentes (como as realizadas pelo GPEE) mostram que os cursos de Estatística vêm ainda sendo ministrados com ênfase em técnicas e com poucas aplicações relacionadas às informações reais do próprio campo de conhecimento do aluno, e nos quais o professor ainda exerce um poder centralizador.

Nesse sentido, entendemos que a Modelagem Matemática aplicada ao ensino de Estatística vem resgatar o seu objetivo primordial, com a construção de ambientes pedagógicos que permitem ao aluno vivenciar a aplicabilidade dos conteúdos estatísticos, ao mesmo tempo em que desenvolvem a capacidade de pesquisar, de realizar trabalhos em grupo, de discutir, refletir, criticar e comunicar suas opiniões.

Os objetivos da modelagem no ensino, em consonância com os fundamentos da didática da Estatística, mostram-se relevantes no desenvolvimento dos projetos, tal como apresentados, por incentivar e assim contribuir para o desenvolvimento das capacidades de pensamento, raciocínio e literacia estatística.

Autores como Rumsey (2002) destacam a importância de prover contextos significativos para o trabalho desenvolvido em sala de aula, de modo que os alunos vivenciem o porquê desse ou daquele conteúdo estatístico e apreciem sua importância no contexto estudado. Nessa linha, o ensino-aprendizagem na perspectiva da Modelagem favorece aos alunos a oportunidade de produzir seus próprios dados, investigar, analisar , discutir, criticar, tornando-se assim co-responsáveis pelo seu próprio aprendizado. Também é importante destacar que esse tipo de estratégia promove a habilidade de tomar a responsabilidade de resolver seus problemas, como eles terão que fazer futuramente em um ambiente de trabalho, na sua vida profissional. Em outras palavras, os alunos farão Estatística porque terão interesse em resolver, interpretar, questionar e propor soluções para os problemas reais.

Segundo Bassanezi (2004), um dos maiores estudiosos da Modelagem Matemática no Brasil, ela é:

> [...] um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual (p.24).

Além disso, Bassanezi (op. cit.) enfatiza que a Modelagem Matemática pode ser usada como um processo para a resolução dos mais variados problemas relacionados com a Matemática Aplicada[26] ou como uma estratégia de ensino-aprendizagem. Acrescentamos também que ela pode ser usada para o reconhecimento de configurações de modelos adequados para uma determinada situação da realidade. Essas considerações se mostram relevantes no contexto da Educação Estatística, sobretudo em relação ao desenvolvimento das habilidades de raciocínio e pensamento estatísticos, uma vez que pressupõem o trabalho com situações reais que estimulam a investigação, formulação de problemas, explorações, descobertas, interpretação e reflexão.

Com relação à literacia estatística, acreditamos que a modelagem ajuda a promovê-la, pois ensinar estatística com base em assuntos do dia-a-dia tende a melhorar a base de argumentação dos estudantes, além de aumentar o valor e a importância que eles dão a essa disciplina.

A modelagem estatística favorece o desenvolvimento das três capacidades já citadas na medida em que observa as recomendações:

VIII) Sempre que possível, trabalhar com dados reais.

IX) Sempre relacionar os dados ao contexto em que estão inseridos.

X) Sempre exigir dos alunos que interpretem seus resultados.

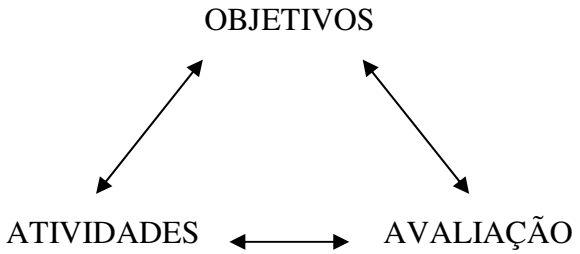
XI) Permitir que os estudantes trabalhem juntos (em grupo) e que uns critiquem as interpretações de outros, ou seja, favoreça o debate de idéias entre os alunos.

[26] O termo Matemática Aplicada refere-se ao fato de se utilizar os conceitos matemáticos para o estudo de fenômenos concretos, ou seja, do mundo real. Todo argumento matemático que pode ser relacionado com a realidade, pode ser considerado como pertencente à Matemática Aplicada. (Bassanezi, 2004, p. 32)

XII) Promover julgamentos sobre a validade das conclusões, ou seja, compartilhar com a classe as conclusões e as justificativas apresentadas.

XIII) Avaliar constantemente o desenvolvimento das três capacidades em cada domínio da Estatística.

XIV) Para cada conteúdo, promover a triangulação:



> A condição necessária para o professor implementar modelagem no ensino – modelação[27] – é ter audácia, grande desejo de modificar sua prática e disposição de conhecer e aprender, uma vez que essa proposta abre caminho para descobertas significativas (BIEMBENGUT e HEIN, 2003, p. 29)

Nos projetos de Modelagem Matemática aplicada ao ensino de Estatística que apresentamos nesta pesquisa, fizemos as seguintes escolhas:

- os temas nasceram da interação professor-alunos, com base nos interesses desses últimos;
- não foram trabalhados conhecimentos estatísticos novos e sim conhecimentos relacionados ao conteúdo da disciplina em curso;
- o foco foi a aplicabilidade de certos conteúdos estatísticos em problemas reais de interesse do aluno;

[27] Biembengut & Hein (2003) usam o termo 'modelação' para designar a modelagem matemática no ensino.

- a aplicação dos projetos foi realizada pelo professor-pesquisador, mediante acompanhamento pelo GPEE.

Os projetos desenvolvidos, bem como a descrição e análise dos seus resultados, serão apresentados mais adiante, nos capítulos 5 e 6, que tratam especificamente desse tema.

Cap. 4 – A Pedagogia Crítica, a Educação Crítica e a Matemática Crítica

Os projetos de modelagem estatística, que desenvolvemos e apresentamos neste trabalho de pesquisa, exercem estratégias de reflexão, valorização da consciência crítica, estímulo à cidadania, entre outras, que encontram ressonância entre os princípios básicos da Educação Crítica.

A Educação Crítica surgiu com base em obras de vários autores, tais como Karl Marx, Theodor W. Adorno, Herbert Marcuse e outros. Negt (1964) emprestou à Educação Crítica uma fundamentação mais independente e original, destacando seus aspectos políticos, econômicos e psicológicos, além da dimensão filosófica primordial. Posteriormente, Paulo Freire, Ubiratan D'Ambrosio, Peter McLaren, Marilyn Frankenstein, Henry Giroux, Ole Skovsmose e outros, contribuíram substancialmente para uma melhor fundamentação da teoria crítica de aprendizagem escolar.

Mclaren (1998) destaca que a pedagogia crítica reconhece as contradições entre a característica de amplitude das capacidades humanas que hoje estimulamos em uma sociedade democrática e os aspectos culturais que nos são fornecidos e dentro dos quais vivemos o nosso cotidiano. Na verdade, segundo sua visão, a pedagogia crítica se alimenta dessas tensões e contradições existentes entre o que é o que deveria ser uma sociedade democrática calcada na igualdade, na liberdade e na justiça.

Frankenstein (1989) situa o ensino da Matemática dentro de um fundamento lógico que associa a escolarização a uma consideração mais ampla de cidadania e responsabilidade social.

D'Ambrosio (2002) destaca que a educação deve possibilitar ao estudante a "aquisição e utilização de instrumentos comunicativos, analíticos e materiais que serão essenciais para seu exercício de todos os direitos e deveres intrínsecos à cidadania" (p. 66). Segundo ele, o grande desafio da educação é:

> a) Promover a cidadania, no sentido de preparar o indivíduo para ser integrado e produtivo na sociedade, transmitindo valores e mostrando direitos e deveres para a sua atuação, mas com todo cuidado para que o resultado seja um cidadão crítico, capaz de desobedecer a ordens e leis que violam a dignidade humana.

> b) Promover criatividade, permitindo a cada indivíduo realizar seu potencial e atingir o máximo de suas capacidades, o que leva a progresso, mas não o criativo irresponsável, que resulta na criação de instrumentos que reforcem os mecanismos de injustiça, da prepotência e da arrogância (D´AMBROSIO, 2005, p. 97, grifo do autor).

A Educação Crítica nos remete a um objetivo de caráter social desta pesquisa, que além de procurar dar significado aos conteúdos estatísticos, procura fazê-lo de forma democrática, incentivando o desenvolvimento, nos alunos, de espírito crítico, responsabilidade ética e conscientização política. A idéia de fomentar nos alunos o conhecimento reflexivo encontra ressonância nos aspectos da Educação Estatística que abordamos no capítulo anterior, quais sejam a literacia, o raciocínio e o pensamento estatístico.

O que fazemos neste capítulo é uma aproximação da Educação Crítica com o ensino de Matemática e de Estatística, procurando delinear as bases para uma Teoria Crítica de Educação Estatística. Para isso, começamos apresentando nosso olhar sobre os trabalhos de Paulo Freire, Henry Giroux e Ole Skovsmose.

4.1 – O trabalho de Paulo Freire

O educador brasileiro Paulo Freire esboçou as bases de uma verdadeira pedagogia democrática. Uma pedagogia que combate as relações autoritárias e que funda seus princípios na tarefa essencial que é o diálogo. O trabalho desenvolvido por ele foi marcado pelas condições especiais da sociedade latino-americana da época, mas seu esforço educativo seguramente tem validade em outros espaços e em outro tempo.

Freire desenvolveu, na década de 1960, um método de alfabetização de adultos baseado no conceito de palavras-chave ou palavras-geradoras. Esse método, segundo o autor, entre outras coisas, seria capaz de propiciar a alfabetização de um adulto em poucas semanas, o que seria uma grande vantagem para reverter o grande índice de analfabetismo que ocorria à época em nosso país.

Apropriando-nos da idéia das palavras-geradoras, propomos uma série delas para delinear o trabalho de Freire:

educação, política

conscientização, prática de liberdade

humanização

práxis, ação e reflexão

inserção, crítica, realidade

palavra, transformação

comunicação, diálogo

criatividade, invenção/reinvenção

homem, mundo

educação bancária, domesticação

educação problematizadora, democracia, esperança

4.1.1 – A Educação

Segundo Freire (1965), a educação teria de ser, acima de tudo, uma tentativa constante de mudança de atitude, de criação de disposições democráticas por meio das quais se substituíssem antigos hábitos de passividade por novos hábitos de participação e de ingerência na realidade do educando. Assim haveria de ser a atitude de uma educação crítica e criticizadora, que levasse o homem a uma nova postura diante dos problemas de seu tempo e de seu espaço.

Freire (1979) considera que a educação é essencialmente um ato de conhecimento e de conscientização e, neste sentido, ele denuncia uma educação supostamente neutra. A educação, segundo ele, não deve ignorar a política, assim como a política não deve ignorar a educação. Ele afirma que não politizou a educação, pois ela sempre foi política.

Freire (op. cit) destaca a educação compreendida em sua perspectiva verdadeira, que não é outra senão a de humanizar o homem na ação consciente que este deve fazer para transformar o mundo. “A educação, portanto, implica uma busca realizada por um sujeito que é o homem. O homem deve ser o sujeito de sua própria educação. Não pode ser o objeto dela” (FREIRE, op. cit., p.28).

Não há educação sem amor, não há educação sem medo, mas nada se pode temer da educação quando se ama. Daí vem a esperança, e quem não tem esperança na educação deverá procurar trabalho noutro lugar. (FREIRE, op. cit.)

A educação é tão mais autêntica quanto mais estimula a criatividade. Assim, a educação deve ser desinibidora e não restritiva. Os educandos devem ter a oportunidade para serem eles mesmos. Caso contrário, o que ocorre é uma domesticação, ou seja, a negação da educação.

4.1.2 – Educação Bancária e Educação Problematizadora

Freire (1970) caracteriza a educação segundo dois tipos:

Na educação *bancária*, o educador faz *comunicados* e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. A única possibilidade de ação que é oferecida aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Nessa visão distorcida da educação, não há criatividade, não há aprendizagem, não há saber. Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente e esperançosa que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros.

Os educandos submetidos a um processo de alienação têm estimulada a sua ingenuidade e não a criticidade.

> Quanto mais se exercitem os educandos no arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, tanto menos desenvolverão em si a consciência crítica de que resultaria a sua inserção no mundo, como transformadores dele. Como sujeitos. Quanto mais se lhe imponha a passividade, tanto mais ingenuamente, em lugar de transformar,

> tendem a adaptar-se ao mundo, à realidade parcializada nos depósitos recebidos (FREIRE, op. cit, p.68).

Nesse modelo de educação, o papel que cabe aos educandos é apenas o de arquivarem a narração ou os depósitos que lhes faz o educador. Assim, em nome de uma suposta preservação da cultura e do conhecimento, não há conhecimento nem cultura verdadeiros.

Já a educação problematizadora é libertadora. Nela não se pode admitir o ato de depositar, narrar, transferir ou de transmitir conhecimentos e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação bancária.

Enquanto a prática bancária implica numa espécie de anestesia, inibindo o poder criador dos educandos, a educação problematizadora, de caráter reflexivo, implica num constante ato de desvelamento da realidade.

Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, mais eles se sentirão desafiados. E ao serem desafiados, são chamados a responder a esse desafio. O que resulta é uma compreensão que tende a tornar-se crescentemente crítica, por isso, cada vez mais desalienada

Enquanto na educação bancária o educador vai preenchendo os educandos com um falso saber, mediante a imposição de conteúdos, na prática problematizadora, os educandos vão aprimorando o seu poder de captação e de compreensão do mundo que lhes aparece em suas relações com esse mundo, não mais como uma realidade estática, mas como uma realidade em processo de permanente transformação.

A concepção bancária assistencializa; a concepção problematizadora criticiza. A primeira inibe a criatividade e domestica. A segunda se fundamenta na criatividade e estimula a reflexão e a ação verdadeiras dos homens sobre a realidade, que assim respondem à sua vocação como seres que não podem autenticar-se fora da busca e da transformação criadora.

É a problematização do mundo do trabalho, do cotidiano, das idéias, convicções, aspirações, dos mitos, da arte, da ciência, enfim, do mundo da cultura e da história que, resultando das relações do homem com o mundo, condiciona os próprios homens, seus criadores.

4.1.3 – O diálogo

A problematização se processa de forma dialética, e não é concebível alguém estabelecê-la sem comprometer-se com seu processo.

> O diálogo problematizador não depende do conteúdo que vai ser problematizado. Tudo pode ser problematizado. O papel do educador não é o de "encher" o educando de "conhecimento", de ordem técnica ou não, mas sim o de proporcionar, através da relação dialógica educador-educando, educando-educador, a organização de um pensamento correto em ambos. (FREIRE, 1983, p. 53)

O antagonismo entre as duas concepções de educação fica evidenciado, pois a concepção bancária nega a dialogicidade como essência da educação e se faz antidialógica. Já a educação problematizadora afirma a dialogicidade e se faz dialógica.

E o que é diálogo? Segundo FREIRE (1965), é uma relação horizontal de A com B. Nasce de uma matriz crítica e gera criticidade. Nutre-se do amor, da humildade, da esperança, da fé, da confiança. Por isso só o diálogo comunica.

Figura 4.1- Diálogo segundo FREIRE (op. cit., p.115)

O diálogo é um caminho indispensável, não somente nas questões vitais para a ordenação política, mas em todos os sentidos do nosso ser. Já o antidiálogo implica numa relação vertical de A para B, é o oposto a tudo isso. Ele é arrogante, auto-suficiente, é acrítico e não gera criticidade. O antidiálogo não comunica, faz comunicados.

4.1.4 – Reflexão e conscientização

Outra característica fundamental da educação problematizadora é a valorização da reflexão e da conscientização. A reflexão que essa prática propõe, por ser autêntica, não é sobre um homem abstrato nem sobre um mundo sem homem, mas sobre os homens em suas relações com o mundo. Relações em que consciência e mundo se dão simultaneamente. Não há uma consciência antes e um mundo depois e vice-versa. "A consciência e o mundo se dão ao mesmo tempo: exterior por essência à consciência, o mundo é, por essência, relativo a ela". (SARTRE, 1965, pp. 25-26).

> Por isto é que, certa vez, num dos "círculos de cultura" do trabalho que se realiza no Chile, um camponês a quem a concepção bancária classificaria de "ignorante absoluto", declarou, enquanto discutia, através de uma "codificação", o conceito antropológico de cultura: "Descubro agora que não há mundo sem homem". E quando o educador lhe disse: _ "Admitamos, absurdamente, que todos os homens do mundo morressem, mas ficasse a terra, ficassem as árvores, os pássaros, os animais, os rios, o mar, as estrelas, não seria tudo isto mundo?" "Não! respondeu enfático, faltaria quem dissesse: Isto é mundo". O camponês quis dizer, exatamente, que faltaria a consciência do mundo que, necessariamente, implica no mundo da consciência (FREIRE, 1970, p. 81).

A conscientização do homem o leva a assumir uma postura de auto-reflexão e de reflexão sobre seu tempo e seu espaço, resultando na sua inserção na história, não mais como espectador, mas como figurante e autor. Assim, ele vai dinamizando o seu mundo, vai dominando a sua realidade e vai humanizando-a. Vai acrescentando a ela algo de que ele mesmo é o fazedor e, dessa forma, faz cultura.

Propondo a reflexão sobre si mesmo, sobre seu tempo, sobre suas responsabilidades, sobre seu papel, o homem assume a consciência que esta, nas democracias autênticas, há de ser cada vez mais crítica. E sem esta consciência cada vez mais crítica não é possível ao homem integrar-se à sua sociedade em permanente transição, intensamente cambiante e contraditória.

E é precisamente a criticidade a nota fundamental da mentalidade democrática. Quanto mais crítico um grupo humano, tanto mais democrático e permeável ele se torna.

A consciência crítica não se forma no educando de maneira automática. Esse processo necessita de um trabalho de estímulo a ser desenvolvido pelo educador.

As características da consciência crítica são (FREIRE, 1979, pp. 40-41):

1. Anseio de profundidade na análise de problemas. Não se satisfaz com aparências. Pode-se reconhecer desprovida de meios para análise do problema.
2. Reconhece que a realidade é mutável.
3. Substitui situações ou explicações mágicas por princípios autênticos de causalidade.
4. Procura verificar ou testar as descobertas. Está sempre disposta a revisões.
5. Ao se deparar com um fato, faz o possível para livrar-se de preconceitos. Não somente na captação, mas também na análise e na resposta.
6. Repele posições quietistas (passivas). É intensamente inquieta. Torna-se mais crítica quanto mais reconhece em sua quietude e vice-versa. Sabe que é na medida que é e não pelo que parece.O essencial para parecer algo é ser algo; é a base da autenticidade.
7. Repele toda transferência de responsabilidade e de autoridade e aceita a delegação das mesmas.
8. É indagadora, investiga, força, choca.
9. Ama o diálogo, nutre-se dele.
10. Face ao novo, não repele o velho por ser velho, nem aceita o novo por ser novo, mas aceita-os na medida em que são válidos.

Em síntese, Paulo Freire nos apresenta uma pedagogia que se fundamenta no diálogo, por isso é democrática, num método ativo, crítico e criticista. Ele propõe uma educação com base na problematização dos conteúdos, sendo que esses se apresentam

como relevantes aos educandos, desafiadores. Toda essa práxis resulta num processo de reflexão-ação por parte do educando sobre o seu mundo/realidade, ativando sua conscientização a partir dos temas geradores. Ele considera que não é viável abordar num contexto pedagógico, temas que não levam em consideração as forças culturais, sociais e políticas que os moldam, ou seja, que a educação neutra é uma falsa educação.

> Somente quando compreendem os temas de seus tempos é que os homens podem intervir na realidade em vez de serem meros espectadores. E somente desenvolvendo uma atitude permanentemente crítica é que os homens poderão superar uma postura de acomodação [...] (FREIRE, 1974, pp.5-6).

A obra de Freire é toda marcada por sua história de perseguição, prisão e exílio político pelo regime militar que assumiu o poder no Brasil em 1964, além de ser mais focada na questão agrária e na alfabetização de adultos das classes oprimidas, em especial os camponeses. Essas questões foram omitidas deste trabalho com o único propósito de focarmos nosso olhar sobre os aspectos de sua obra que mais se aproximam dos objetivos desta pesquisa.

4.2 – A Pedagogia Crítica de Henry Giroux

Giroux (1997) aborda em seu trabalho algumas questões de importância teórica, política e pedagógica sobre os efeitos da educação escolar e seus relacionamentos com a sociedade mais ampla. Ele se opõe à visão tradicional do ensino e aprendizagem escolar como um processo neutro ou transparente, afastado da conjuntura de poder, história e contexto social e apresenta as bases geradoras de uma teoria social crítica da aprendizagem escolar. Giroux (op. cit.) preocupa-se em questionar as práticas ideológicas e sociais que estão em desacordo com as metas de preparar os estudantes para serem cidadãos ativos, críticos e capazes de correr riscos e de se oporem às desigualdades e injustiças da sociedade.

Sua obra representa uma tentativa de formular uma pedagogia crítica engajada em encorajar os estudantes a transformar a ordem social mais ampla no interesse de uma

democracia mais justa e eqüitativa. Para ele, a questão essencial é o desenvolvimento de uma linguagem por meio da qual os educadores possam desmistificar e compreender as interações entre o ensino escolar e as relações sociais que o determinam, relacionando isso com as necessidades e competências historicamente construídas que os estudantes trazem consigo para as escolas. Sua idéia é, então, oferecer aos educadores as bases de uma linguagem crítica para ajudá-los a compreender o ensino como uma forma de política cultural. Dessa forma, posicionando os educadores contra a cultura dominante a fim de reconstituir suas próprias identidades e experiências e aquelas dos estudantes, ele procura construir um projeto pedagógico que legitima uma forma crítica de prática intelectual.

A educação crítica representa um desafio aos professores e pesquisadores que estejam tentando compreender as complexas inter-relações entre o ensino, a construção da identidade pelos estudantes, o desenvolvimento de relações sociais democráticas e a transformação social.

4.2.1 – A Educação Social em Sala de Aula

O primeiro passo em direção a uma educação crítica é questionar a idéia de que a escola e o conhecimento são neutros e que a despolitização da linguagem do ensino só serve para manter e legitimar o modelo pedagógico tradicional. Giroux (op. cit.) afirma que

> Com uma linguagem política, as escolas são instituições que fornecem as condições ideológicas e materiais necessárias para a educação dos cidadãos na dinâmica da alfabetização crítica e coragem cívica, e estas constituem a base para seu funcionamento como cidadãos ativos em uma sociedade democrática. (op. cit., p. 28)

Com relação à pedagogia, Giroux (op. cit.) afirma que ela deve ser compreendida como um conjunto concreto de práticas que produzem formas sociais por meio das quais diferentes tipos de conhecimento, conjuntos de experiências e subjetividades são construídos. Essa pedagogia é crítica na medida em que opera com

um objetivo principal de dar voz ao estudante, ajudando-o a *ler* o mundo criticamente, tornando-o cidadão ativo engajado na busca de um ideal de sociedade mais justa e democrática, e desvelando a distinção entre a realidade e as condições que escondem a realidade.

O discurso democrático, nesse caso, deve ocorrer tanto em relação ao mundo externo à escola quanto ao mundo interno a ela. Isso significa que não adianta defender e valorizar a democracia se dentro da sala de aula se admite uma hierarquização de poder ou uma valorização do individualismo. A prática da democracia está intimamente ligada ao respeito, à liberdade de expressão, ao trabalho coletivo, cooperativo e colaborativo, num ambiente livre de opressão, de subordinação e de relacionamentos sociais alienantes. O compromisso com a prática da democracia em sala de aula é a base para se moldar uma pedagogia social emancipadora, com a qual se promove a igualdade, a comunidade e interação social humanista.

Giroux (op. cit.) destaca alguns aspectos importantes para a concretização de uma pedagogia crítica, tais como as idéias de escolas como esferas públicas democráticas, professores como intelectuais transformadores e a adoção de certos macro-objetivos necessários para se obter os resultados desejados.

4.2.2 – Esferas públicas democráticas

A análise da escola e da sala de aula como agentes de socialização surge do fato de que as escolas têm uma função sócio-política e não podem existir de forma independente da sociedade na qual operam.

Segundo essa visão, as escolas devem ser constituídas em torno de formas de investigação crítica que dignifiquem o diálogo significativo e a atividade humana. Os estudantes devem aprender e praticar o discurso da associação pública e da responsabilidade social. Este discurso busca resgatar a idéia de democracia crítica como um movimento social que apóia e incentiva a liberdade individual e a luta por justiça social.

As escolas não devem desenvolver jovens para adaptarem-se à sociedade atual assim como está, mas elas têm uma missão revolucionária de desenvolver jovens que procurarão aperfeiçoar esta sociedade.

Nesse contexto, Giroux (op. cit.) introduz o conceito de escolas como esferas públicas democráticas:

> [...] fundamental para uma pedagogia crítica realizável é a necessidade de encarar as escolas como esferas públicas democráticas. Isto significa considerar as escolas como locais democráticos dedicados a formas de fortalecer o 'self' e o social. Nestes termos, as escolas são lugares públicos onde os estudantes aprendem o conhecimento e as habilidades necessárias para viver em uma democracia autêntica (p. 28).

Dessa forma, os educadores devem fazer das escolas verdadeiros centros de aprendizagem de propósitos democráticos. Lutar pela democracia como estilo de vida é unir os imperativos da vida cotidiana com as formas de democracia política e econômica, tomando com seriedade e afinco as noções de respeito pela liberdade individual e diversidade social. Engajando-se nessa luta, os educadores firmam um compromisso com a vida pública democrática, com a ética e com a justiça social.

4.2.3 – Intelectuais transformadores

O papel que educadores e pesquisadores educacionais desempenham em suas funções é destacado por Giroux (op. cit.), que os vê como intelectuais que operam em condições especiais de trabalho e que desempenham uma função social e política particular.

> ... todos os homens e mulheres são intelectuais. Isto é, independentemente de sua função social e econômica, todos os seres humanos atuam como intelectuais ao constantemente interpretar e dar significado a seu mundo e ao participar de uma concepção de mundo particular. (FREIRE, apud GIROUX, 1997, p. 154)

Os docentes como intelectuais devem combinar reflexão e ação no interesse de fortalecerem os estudantes com as habilidades e conhecimento necessários para reconhecerem as injustiças e serem atuantes críticos comprometidos com o desenvolvimento de um mundo livre de opressão e de exploração. Os intelectuais assim descritos não estão apenas preocupados com a promoção de realizações individuais ou o progresso dos alunos em suas profissões, e sim com a preparação dos alunos para que possam interpretar o mundo criticamente e atuar de forma a mudá-lo quando necessário.

A fim de atuarem como intelectuais, os professores devem criar a ideologia e as condições estruturais necessárias para que possam escrever, pesquisar e trabalhar na produção de currículos e na desierarquização do poder.

Para Giroux (op. cit.), é necessário que os professores assumam o papel de **intelectuais transformadores**, os quais deliberadamente empreendem uma prática socialmente transformadora em oposição ao exercício da inteligência misteriosa ou do conhecimento especializado sob a aparência de neutralidade política.

Os professores, como intelectuais transformadores, assumem com seriedade a primazia da ética e da política em seu envolvimento crítico com os estudantes. O seu trabalho deve ser incansável na dedicação à promoção da democracia e melhoria da qualidade de vida humana.

Giroux (op. cit.) explica assim o papel do intelectual transformador:

> A categoria de intelectual transformador é útil de várias maneiras. Primeiro, ela significa uma forma de trabalho na qual o pensamente e atuação estão inextrincavelmente relacionados, e, como tal, oferece uma contra-ideologia para as pedagogias instrumentais e administrativas que separam concepção de execução e ignoram a especificidade das experiências e formas subjetivas que moldam o comportamento dos estudantes e professores. Segundo, o conceito de intelectual transformador faz entrarem em ação os interesses políticos e normativos que subjazem às funções sociais que estruturam e são expressas no trabalho de professores e estudantes. Em outras palavras, ele serve como referencial crítico para que os professores problematizem os interesses que estão inscritos nas formas institucionais e práticas cotidianas experimentadas e reproduzidas nas escolas (p. 136).

Giroux (op. cit.) defende energicamente que os professores devem se tornar **intelectuais transformadores** se quiserem educar os estudantes para serem cidadãos ativos e críticos. Ele afirma que é essencial para a categoria de intelectual transformador a necessidade de tornar o pedagógico mais político e o político mais pedagógico.

Tornar o pedagógico mais político significa inserir a escolarização diretamente na esfera política. Nesse contexto, a reflexão e a ação críticas tornam-se parte do projeto social fundamental de auxiliar os estudantes a desenvolverem uma fé profunda e duradoura na idéia de que é possível superar injustiças econômicas, políticas e sociais, e, assim, humanizarem-se ainda mais como parte desta luta. Nesse caso, o conhecimento e o poder estão intimamente ligados à pressuposição de que optar pela vida, reconhecer a necessidade de aperfeiçoar seu caráter democrático e qualitativo para todas as pessoas, significa compreender as pré-condições necessárias para lutar por ela.

Tornar o político mais pedagógico significa valer-se de formas de trabalhos pedagógicos que incorporem interesses políticos de cunho emancipador, isto é, utilizar formas de pedagogia que tratem os estudantes como agentes críticos. Além disso, significa tornar o conhecimento problemático, utilizar o diálogo crítico e afirmativo e argumentar a favor de um mundo qualitativamente melhor para todas as pessoas. Isso sugere que os intelectuais transformadores devem assumir seriamente a necessidade de dar aos estudantes voz ativa em suas experiências de aprendizagem. Também significa desenvolver uma linguagem crítica que esteja atenta aos problemas experimentados na experiência cotidiana dos alunos, especialmente enquanto relacionados com as experiências pedagógica ligadas à prática em sala de aula.

Quando os educadores não avaliam (e/ou refletem sobre) as suas próprias concepções básicas a respeito do currículo e da pedagogia, eles fazem mais do que transmitir atitudes, regras e crenças sem questionamento. Eles podem acabar reforçando formas de desenvolvimento cognitivo e de atitudes que mais endossam do que questionam as formas existentes de opressão institucional.

Assim, assumindo seu papel de praticantes reflexivos, os professores educam seus alunos para uma ação transformadora. Isto significa educá-los para assumirem riscos, para esforçarem-se pela mudança institucional e para lutarem contra a opressão e a favor da democracia dentro e fora das escolas.

Agindo dessa forma, os intelectuais transformadores combinam a reflexão e a prática acadêmica em prol da educação dos estudantes para que eles assumam a condição de cidadãos reflexivos e ativos.

> Num sentido mais amplo, os professores como intelectuais devem ser vistos em termos dos interesses políticos e ideológicos que estruturam a natureza do discurso, relações sociais em sala de aula e valores que eles legitimam em sua atividade de ensino (GIROUX, op. cit. p. 162).

Em suma, o professor, como intelectual transformador, deve estar comprometido com: o ensino como prática emancipadora, a visão de escolas como esferas públicas democráticas, o resgate de uma comunidade de valores progressistas compartilhados e a fomentação de um discurso público comum relacionado com os propósitos democráticos de igualdade e justiça social.

4.2.4 – Objetivos

Giroux (op. cit.) destaca a importância de se estabelecer objetivos coerentes com as idéias da pedagogia crítica, de forma a orientar sua operacionalização. Citaremos aqui os três principais objetivos.

O primeiro objetivo é auxiliar os estudantes a fazerem uma diferenciação entre as noções de conhecimento diretivo e produtivo.

O conhecimento produtivo é instrumental no sentido de inovar os métodos tecnológicos e científicos. Ele se preocupa com os meios, e a aplicação desse conhecimento resulta na reprodução de bens e serviços materiais.

O conhecimento diretivo é um tipo filosófico de investigação segundo o qual os estudantes questionam o propósito do que estão aprendendo. Ao mesmo tempo, questiona-se como e para que o conhecimento produtivo deve ser usado.

> Se o conhecimento for reduzido à mera organização, classificação e computação dos dados, então não se questiona seu propósito e ele

> poderá ser usado para fins estabelecidos por outras pessoas. Nestas circunstâncias, nega-se aos estudantes e também professores a oportunidade de examinarem o conhecimento de maneira crítica e a conformidade social e política acabam disfarçadas de pedagogia 'aceitável' (GIROUX, op. cit. p. 85).

Para que os estudantes reconheçam a importância da aplicação sócio-política do conhecimento, eles terão de aprender a abordá-lo pela perspectiva de discernimento tanto do ponto de vista produtivo quanto diretivo.

O conhecimento deve desempenhar um papel emancipador ao proporcionar aos estudantes a lógica e o sentido que lhes permitirão considerar todas as implicações do que lhes é ensinado, dentro ou fora da escola.

Assim, o conhecimento tem uma função social que vai além da idéia de dominar uma certa disciplina acadêmica e torna-se possível para os estudantes. O inter-relacionamento entre o conhecimento e a ação social torna-se, dessa forma, possível para os estudantes, pois não basta apenas interpretar o mundo. É preciso desenvolver atitudes no sentido de mudá-lo para melhor. A interpretação sem possibilidade de mudança é vazia; a mudança sem interpretação é cega. Interpretação e mudança, assim como teoria e prática, não são fatores separados. Eles estão inter-relacionados de tal modo que o conhecimento torna-se incentivado pela prática e a prática é orientada pelo conhecimento.

O segundo objetivo é tornar explícito o currículo oculto tradicional. O currículo oculto aqui diz respeito às normas, valores e crenças não explícitas que são transmitidas aos estudantes por meio da estrutura subjacente de uma determinada aula.

> Embora o currículo oculto não possa ser completamente eliminado, suas propriedades estruturais podem ser identificadas e modificadas para criarem-se condições que facilitem o desenvolvimento de métodos e conteúdos pedagógicos que ajudem a tornar os estudantes indivíduos ativos em sala de aula em vez de simplesmente objetos recipientes (GIROUX, op. cit., p. 86).

Ao evidenciar o currículo oculto, tanto professores como alunos se tornam mais sensíveis para poder reconhecer e alterar seus piores efeitos.

O terceiro objetivo é ajudar os estudantes a desenvolverem uma consciência crítica e política. A avaliação de um sistema educacional pode ser feita pela qualidade moral e política dos estudantes que produz.

Esse terceiro objetivo não significa promover o conteúdo político no sentido literal da palavra, ou seja, não significa *ensinar* política. Ele sugere que se ofereça aos estudantes uma forma de olhar para além de suas vidas particulares para obter assim uma compreensão mais clara das bases políticas, sociais e econômicas da sociedade em que vivem. Político, neste sentido, significa desenvolver os instrumentos cognitivos e intelectuais que permitam uma participação ativa em tal sociedade.

4.2.5 – A Sala de Aula – Procedimentos

Para se começar a ajudar os estudantes a desenvolverem seu potencial como pensadores críticos e como participantes co-responsáveis no processo social e democrático de educação, pode-se pensar em primeiramente alterar o conteúdo e a metodologia do currículo oficial, adotando-se modelos pedagógicos sobre uma estrutura teórica que situe as escolas em um contexto sócio-político.

Nesse contexto, a realidade nunca deve ser tomada como dada *a priori*, mas deve ser questionada e analisada. Em outras palavras, o conhecimento deve ser **problematizado** e situado em relacionamentos sociais escolares que permitam o debate e a comunicação para a construção de significados. Esses significados são construídos interativamente, isto é, são "dados" pelas situações, mas também criados pelos estudantes enquanto interagem em sala de aula. Assim, o foco dos estudos de sala de aula muda para as interações dos estudantes com a linguagem, relações sociais e categorias de significado, formando um modelo mais dinâmico de comportamento do aluno.

Os professores devem auxiliar os estudantes a compreenderem que o conhecimento é variável e está intrinsecamente relacionado com os interesses humanos, e por isso precisa ser analisado com respeito a suas pretensões de validade.

> [...] o conhecimento não é estudado por si mesmo e sim visto como uma mediação entre o indivíduo e a realidade social mais ampla. Dentro do contexto de tal pedagogia, os estudantes se tornam indivíduos no ato de aprender (GIROUX, op. cit., p. 100).

O ensino deve preocupar-se com as diferentes perspectivas dos fenômenos dentro de cada disciplina, dando especial atenção às visões de mundo conflitantes e aos contextos sociais que os permeiam.

É necessário que os educadores desenvolvam uma pedagogia, materiais curriculares e atitudes em sala de aula que compensem as características antidemocráticas do sistema de ensino tradicional. Assim, será dado um passo significativo para ajudar estudantes e professores a irem além da experiência em sala de aula.

Os professores terão de criar processos de sala de aula bastante específicos, com a finalidade de promover valores e crenças que estimulem modos críticos e democráticos de participação e interação com os alunos.

Contra um modelo no qual as escolas atuam no sentido de socializar os estudantes para conformarem-se ao *status quo*, os professores precisam preparar os estudantes para ingressar nessa sociedade com as habilidades que lhes permitam refletir criticamente e intervir no mundo a fim de mudá-lo.

Os valores e processos sociais que fornecem a base teórica da educação social incluem o desenvolvimento nos estudantes de um respeito pelo compromisso ético, solidariedade de grupo e responsabilidade social.

> O trabalho em grupo representa uma das maneiras mais eficazes de desmistificar o papel manipulador tradicional do professor; além disso ele oferece aos estudantes os contextos sociais que enfatizam a responsabilidade social e a solidariedade de grupo (GIROUX, op. cit., p. 71).

A interação de grupo proporciona aos estudantes a experiência de aprender uns com os outros. Essa interação tende a valorizar o diálogo, e é por meio dele que a cooperação e a sociabilidade compensam a ênfase do currículo oculto tradicional na

competição e individualismos excessivos. Além disso, o trabalho pedagógico em grupo oferece aos estudantes a oportunidade de experimentarem a dinâmica da democracia participativa, e assim eles podem superar a falta de comunidade associada à sala de aula tradicional e à ordem social mais ampla. O trabalho em grupo fornece a base social para o desenvolvimento de tais atitudes, e assim, as relações sociais marcadas pelo domínio, subordinação e respeito acrítico pela autoridade podem ser de fato minimizadas.

No grupo, avaliando o trabalho uns dos outros, atuando como líderes de pares, propondo e participando das discussões, os estudantes aprendem que ensinar não se baseia em abordagens pedagógicas intuitivas ou imitativas. Ao se estabelecer uma relação de trabalho mais próxima com professores e colegas, os estudantes tendem a reconhecer que por trás de qualquer pedagogia existem valores, crenças e suposições baseados numa visão de mundo particular. Implementando este tipo de atitude, proporciona-se aos estudantes e professores uma estrutura de ensino que valoriza as bases teóricas da pedagogia social escolar.

É necessário que os estudantes tenham a oportunidade de trabalhar sozinhos e em grupo, em um ritmo de aprendizagem agradável, de forma que possam desenvolver um estilo próprio de aprendizagem que lhes permita ir além das pedagogias fragmentadas e sem base teórica. Esse *timing* flexível é chamado por Giroux (op. cit.) de ritmo próprio. Sob este formato, o relógio deixa de imprimir o ritmo da aula, e a camisa-de-força dos horários rígidos é substituída por horários governados por trocas recíprocas.

Outro aspecto importante apontado por Giroux é a valorização da escrita. Segundo ele, a pedagogia da escrita pode ser utilizada como suporte da aprendizagem para ajudar os estudantes a aprender e pensar criticamente a respeito de qualquer assunto. Avaliando o que acontece quando se escreve, Giroux nos diz que " [...] a noção de escrita tanto como processo interdisciplinar quanto epistemologia, capaz de ensinar os estudantes a pensarem crítica e racionalmente sobre um assunto, não pode ser ignorada" (op. cit., p. 95).

Escrever é um processo que pode ser utilizado para ensinar qualquer matéria aos estudantes, permitindo-se que eles assumam o mesmo papel do autor dos livros e textos que são usados como fonte de aprendizagem. A idéia de ligar a escrita, a

aprendizagem e o pensamento crítico implica em redefinir a pedagogia da escrita e também do pensamento crítico.

Por fim, Giroux (op. cit.) dá ênfase ao **trabalho com projetos,** num sentido coletivo, de forma a valorizar a articulação entre a teoria e a prática e, num sentido mais abrangente, rompendo com os limites arbitrários e artificiais estabelecidos pelas disciplinas e valorizando programas e atividades interdisciplinares.

Todas essas abordagens pedagógicas do pensamento crítico, independentemente de quão progressistas sejam, irão naufragar em suas intenções caso atuem com base em uma rede de relacionamentos sociais de sala de aula que sejam autoritariamente **hierárquicos** e que promovam passividade, docilidade e silêncio. As relações sociais de sala de aula que valorizam o professor como *expert*, o dono da verdade e sumo fornecedor de conhecimento, acabam mutilando a imaginação e a criatividade do estudante. Esse tipo de abordagem ensina os estudantes mais sobre a legitimidade da passividade do que sobre a necessidade de examinarem criticamente a vida que levam.

4.3 – A Educação Crítica segundo Ole Skovsmose

Na Educação Crítica, a relação entre o professor e os alunos tem uma importância fundamental. Desfaz-se a figura do professor dono-do-saber e passa a valer a presença daquele que ensina[28] e que se ensina, numa relação dialética com os estudantes, que se tornam co-responsáveis por um processo de educação no qual todos crescem.

> As idéias relativas ao diálogo e à relação estudante-professor são desenvolvidas do ponto de vista geral de que a educação deve fazer parte de um processo de democratização. Se queremos desenvolver uma atitude democrática por meio da educação, a educação como relação social não deve conter aspectos fundamentalmente não-democráticos. É inaceitável que o professor (apenas) tenha um papel decisivo e prescritivo. Em vez disso, o processo educacional deve ser entendido como um diálogo (SKOVSMOSE, 2004, p. 18).

[28] Tanto o professor quanto o aluno, nesse contexto, ensinam e se ensinam.

Assim, o primeiro aspecto importante da Educação Crítica é a atribuição aos estudantes de uma competência crítica, que envolve os estudantes nas decisões e no controle do processo educacional.

Um segundo aspecto a ser destacado na Educação Crítica é o currículo, ou o programa das disciplinas, que deve ser considerado criticamente, ou seja, professor e alunos mantêm uma distância crítica do conteúdo da educação, estruturando uma nova perspectiva que questiona aspectos, tais como a aplicabilidade do assunto, quem o usa e onde é usado, quais os interesses implícitos, que contexto gerou o assunto, quais as suas funções, quais as suas limitações etc.

O terceiro aspecto importante da Educação Crítica é o seu direcionamento para o ensino-aprendizado baseado em problemas. Para selecionar os tipos de problemas que irão compor o processo de educação, deve-se levar em conta o que é realmente relevante para o estudante e os objetivos sociais deflagrados pelo problema.

4.3.1 – A Educação Matemática e a Educação Crítica

De acordo com Alrø e Skovsmose (2006), a Educação Matemática Crítica é uma abordagem na qual se valorizam certas qualidades de aprendizagem de Matemática.

> A Educação Matemática Crítica preocupa-se com a maneira como a Matemática em geral influencia nosso ambiente cultural, tecnológico e político e com as finalidades para as quais a competência matemática deve servir. [...] A Educação Matemática Crítica está também preocupada com questões como 'de que forma a aprendizagem de Matemática pode apoiar o desenvolvimento da cidadania' e 'como o indivíduo pode ser empowered através da Matemática' (ALRØ e SKOVSMOSE, 2006, p. 18, grifo dos autores).

A Educação Matemática voltada para a resolução de problemas, por si só, não contempla os aspectos relativos à Educação Crítica, pois lhe faltam direcionamentos para que os problemas se relacionem com conflitos sociais relevantes ao ambiente social

envolvido e para que os alunos reconheçam os problemas como seus próprios problemas.

Mais próximo da Educação Crítica está uma tendência da Educação Matemática designada como orientação-ao-processo[29], que enfatiza idéia de capacitar os estudantes para que se tornem aptos a criar a Matemática, fazendo eles mesmos as suas reivenções. Essa tendência valoriza e incentiva o ato de formular, criticar e desenvolver maneiras de entender a Matemática, envolvendo alunos e professores nesse processo.

Para ampliar o conceito de competência crítica que a tendência de orientação-ao-processo falha em desenvolver, seria preciso enfatizar as relações da Matemática com a realidade. Mas Skovsmose (op. cit.) ainda considera que essa tendência não é a chave para a aproximação da Educação Matemática com a Educação Crítica. Para resolver essa questão, ou pelo menos clareá-la, ele apresenta a idéia de tecnologia associada à educação e enuncia algumas teses, que resumimos a seguir.

A tecnologia é o aspecto que domina a sociedade, e o homem está inserido nesse contexto, pois ela substituiu a natureza e se tornou o meio ambiente real que circunda o ser humano. As relações de poder estão intrinsecamente ligadas a uma estrutura tecnológica, que pode estabelecer ou intensificar esse poder. O currículo escolar é constituído com base nas relações de poder dominante na sociedade, ou seja, com base nas forças econômicas e políticas ligadas à estrutura tecnológica. Nesse contexto, a Educação Matemática se configura, dentro do processo educacional, como a provedora de uma eficiente introdução a uma sociedade eminentemente tecnológica.

D'Ambrosio (2205) reforça essa idéia, esclarecendo que o modelo americano de educação visava a uma escola igual para todos, e oferecia um currículo básico que ficou caracterizado como os três R's: *Reading, wRiting and aRithmetics*.

> Com o surgimento de uma tecnologia mais avançada, que é a grande característica na transição do século XIX para o século XX, (...) ler, escrever e contar são obviamente insuficientes para o século entrante. Iniciaram-se, então, as grandes reformas e novas propostas educacionais. Particularmente afetado foi o ensino de ciências e de matemática. Surgem os fundamentos de uma Escola Nova e a

[29] Skovsmose (2001) reconhece outras tendências na Educação Matemática, mas aqui citamos apenas a que mais se aproxima da Educação Crítica.

> Educação Matemática emerge como uma disciplina (D'AMBROSIO, 2005, p. 65).

Segundo a Educação Crítica, a educação deve combater as desigualdades sociais, não deve reproduzir passivamente as diretrizes do poder dominante e deve empenhar-se em ter uma postura ativa em paralelo a outras forças sociais críticas.

Um dos objetivos da Educação Matemática deve ser o de preparar os estudantes para o desenvolvimento da cidadania. Skovsmose (2005), entretanto, alerta que essa cidadania não pode ser passiva. A Educação Matemática deve preparar os alunos para uma cidadania crítica. Face a isso, Skovsmose (2004) enuncia seus dois postulados básicos:

> (A) É necessário intensificar a interação entre a EM e a EC[30], para que a EM não se degenere em uma das maneiras mais importantes de socializar os estudantes em uma sociedade tecnológica e, ao mesmo tempo, destruir a possibilidade de se desenvolver uma atitude crítica em direção a essa sociedade tecnológica.
>
> (B) É importante para a EC interagir com assuntos das ciências tecnológicas e, entre eles, a EM, para que a EC não seja dominada pelo desenvolvimento tecnológico e se torne uma teoria educacional sem importância e sem crítica (pp.14-15).

A Educação Crítica pode ser levada a cabo mediante diferentes estratégias. A *tematização* é mais voltada para o ensino fundamental e médio, enquanto a *organização-em-projetos* é mais propícia ao ensino universitário. Skovsmose (op. cit.) não as considera suficientes ou ideais, mas apenas razoáveis, e enfatiza, como estratégia mais eficiente, a *problematização*. Para ela funcionar como mecanismo de prática da Educação Crítica, é preciso que os estudantes percebam a relevância do problema, que deve estar relacionado à experiência deles. Os problemas devem estar ligados a processos importantes para a sociedade em geral e, ao assumirem a responsabilidade de resolvê-los, os estudantes devem se projetar num engajamento político e social.

4.3.2 – A Democracia

[30] O autor usa as siglas EM e EC para Educação Matemática e Educação Crítica, respectivamente.

Segundo Skovsmose, "a educação matemática poderia servir para o desenvolvimento adicional de uma preocupação com a democracia, tentando promover, desse modo, a inclusão social" (2005, p. 114).

Para orientar a relação entre a Educação Matemática e a democracia, Skovsmose (2004) considera importante destacar a existência de certas competências na sociedade, que estão ligadas à Educação Matemática. Ele chama a atenção para uma Educação Crítica que desenvolva a competência crítica, a distância crítica e o engajamento crítico, mas além disso ele inclui nesse rol a necessidade de se produzir nos estudantes uma competência democrática.

Para sustentar que a Educação Matemática tem condições de criar um ambiente propício ao processo de construção de uma competência democrática e que o conteúdo da Matemática pode servir como ferramenta de democratização, Skovsmose lança mão de dois argumentos, um social e outro pedagógico.

No argumento social, Skovsmose "salienta as aplicações da Matemática e a importância da atividade de construção de modelos matemáticos" (op. cit., p. 40). Mesmo que isso pareça um pleonasmo, devemos enfatizar que a melhor forma de os estudantes desenvolverem a capacidade de construção de modelos é construindo modelos. Para que essa construção de modelos esteja em consonância com a Educação Crítica, faz-se necessário ir além das fórmulas matemáticas, discutindo-se e refletindo-se sobre os aspectos subjacentes ao conteúdo, sobretudo os aspectos políticos, econômicos e sociais. Assim, uma atividade ou situação de ensino-aprendizagem que se proponha a atender o argumento social de democratização deve observar os seguintes aspectos: desenvolvimento de um modelo matemático real, que esteja ligado a alguma atividade social relevante e o foco não deve ser o conteúdo matemático implícito no modelo, mas as hipóteses que lhe são integradas, valorizando *insights* de entendimento dos processos sociais envolvidos[31].

Skovsmose (op. cit.) apresenta também o argumento pedagógico da democratização. Para desenvolver uma atitude democrática por meio da Educação Matemática, é necessário eliminar os processos não-democráticos envolvidos no

[31] Skovsmose (2001) refere-se aos materiais de ensino-aprendizagem caracterizados dessa forma como "materiais de ensino-aprendizagem libertadores". (p. 44).

contexto pedagógico e valorizar o diálogo entre o professor e os alunos. Também faz parte desse argumento pedagógico a idéia de trabalhar os conteúdos matemáticos com base na experiência dos estudantes, que deve ser valorizada inclusive no planejamento do currículo. A tese da familiaridade vem ao encontro desse argumento, propondo:

I) um material relacionado a um assunto de relevância subjetiva para os alunos;

II) as atividades previstas no material não são pré-estruturadas nem completamente fixadas;

III) as decisões a serem tomadas sobre o processo de desenvolvimento do material necessitam de uma discussão entre o professor e os alunos.

Alguns exemplos de trabalhos progressistas sobre Educação Matemática que levam em conta a tese da familiaridade são as pesquisas do IOWO[32] e a Etnomatemática[33].

Outra tese que serve ao argumento pedagógico é a da matematização, no sentido de formular, criticar e desenvolver processos de entendimento dos conteúdos matemáticos. O envolvimento de estudantes e professores na matematização torna o ensino/aprendizagem mais próximo das idéias democráticas.

Uma competência democrática é uma característica que precisa ser desenvolvida nos estudantes, e que está intimamente ligada à atitude democrática. Uma das responsabilidades da educação, na visão de Skovsmose (op. cit.), é justamente a de favorecer e incentivar o desenvolvimento dessa competência nos estudantes. Segundo ele, uma sociedade fundamentada no avanço tecnológico sustenta um problema específico de democracia, e a Matemática é da maior importância para o desenvolvimento da tecnologia. O problema da democracia numa sociedade altamente tecnológica é, então, que a competência democrática parece exigir uma certa quantidade de conhecimento tecnológico, não obstantemente de Matemática, e a conseqüência disso é que ela fica limitada a uma certa quantidade de pessoas que tem acesso a esse conhecimento requerido. A competência matemática figura, então, como parte

[32] Institut voor de Ontwikkeling van het Wiskunde Onderwijs - *www.iowo.nl*
[33] Para maior aprofundamento nesse tema, sugerimos consulta a D'Ambrosio (2002) e Ferreira (1997)

importante do desenvolvimento da competência democrática, e deve ser fomentada em todos os níveis de educação. Complementando a idéia da competência democrática, esta se encontra também vinculada a uma capacidade de reflexão sobre os conhecimentos adquiridos, como veremos no tópico seguinte.

4.3.3 – O Conhecimento Reflexivo

Colocando o foco na Educação Matemática como elemento fundamental na questão do desenvolvimento de atitudes democráticas e mais amplamente, no incentivo à competência democrática como fundamento importante em nossa sociedade, devemos enfatizar a idéia de conhecimento reflexivo no ensino da Matemática.

Para entender essa idéia, é importante esclarecer as diferenças entre conhecimento matemático, tecnológico e reflexivo:

- O conhecimento matemático refere-se às habilidades de domínio de teoremas, algoritmos, demonstrações etc. Este conhecimento está mais ligado às atitudes tradicionalistas de ensino, cujo foco é o conteúdo.

- O conhecimento tecnológico tem referência à aplicabilidade da Matemática e às competências na construção de modelos. Esse tipo de conhecimento se preocupa em usar a Matemática como ferramenta para alcançar objetivos tecnológicos.

- O conhecimento reflexivo baseia-se em um amplo horizonte de interpretações, entendimentos e discussões que o conhecimento tecnológico em si não é capaz de desenvolver.

Enquanto o conhecimento tecnológico está mais voltado para a inserção do cidadão no mercado de trabalho, o conhecimento reflexivo se ocupa em preparar os

alunos para uma vida social e política, habilitando-os a perceber, entender, julgar e aplicar a Matemática na sua vida comum em sociedade.

O conhecimento reflexivo vai de encontro à ideologia do falso-verdadeiro (ideologia da certeza), comum no conhecimento matemático, segundo a qual qualquer resposta a uma exercício tem de estar ou certa ou errada. Ao contrário disso, o conhecimento reflexivo valoriza questionamentos sobre o cálculo que se está sendo feito, sobre a confiabilidade dos resultados, sobre a necessidade da formalização da matemática, sobre as conseqüências dos resultados obtidos e sobre os próprios questionamentos efetuados, sem se preocupar em classificar tudo como certo ou errado.

O desenvolvimento do conhecimento reflexivo deve ser efetuado conjuntamente com o conhecimento tecnológico, devendo somar-se a este para constituir a competência democrática.

Em resumo, o referencial teórico-conceitual indispensável para o desenvolvimento da competência democrática inclui: o conhecimento matemático propriamente dito, o conhecimento tecnológico e o conhecimento reflexivo.

> Os princípios orientadores da Educação Matemática não são mais encontrados exclusivamente na Matemática pura, nem na aplicada, mas em uma perspectiva mais abrangente que objetiva o conhecimento reflexivo (SKOVSMOSE, op. cit., p. 95).

Dessa forma, a Educação Matemática pode se tornar uma Educação Crítica se ela incluir, além do conhecimento matemático e do conhecimento tecnológico, o conhecimento reflexivo, que pressupõe o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre o papel da Matemática no contexto social e político ao qual o estudante está inserido.

4.3.4 – O diálogo e a matemacia[34]

[34] Há duas versões para esse termo. Em Skovsmose (2005) encontramos *materacia*, enquanto em Alrø e Skovsmose (2006) o termo é apresentado como *matemacia*. Neste trabalho, optamos pela segunda versão.

Dialogar, para Alrø e Skovsmose (2006) preconiza uma disposição para abrir mão de uma perspectiva ou abrir mão de pressupostos, o que significa não se prender a pressupostos nem rechaçá-los.

> Para que um professor participe de um diálogo em sala de aula, ele não pode ter respostas prontas para problemas conhecidos; ter curiosidade a respeito do que os alunos fariam e estar disposto a reconsiderar seus entendimentos e pressupostos são requisitos para a participação do professor na diálogo (ALRØ e SKOVSMOSE, 2006, p. 126).

Considerando que a aprendizagem deve promover o desenvolvimento da cidadania, Alrø e Skovsmose (op. cit.) consideram que o diálogo deve assumir um papel preponderante na sala de aula e, assim, eles afirmam que a teoria crítica da aprendizagem colocaria o diálogo como pressuposto básico.

> Consideramos que a importância do ensino e da aprendizagem de Matemática dialógicos está associada à relação crítica entre Educação Matemática e democracia. Ensino e aprendizagem dialógicos são importantes para a prática de sala de aula que apóia uma Educação Matemática para a democracia (ALRØ e SKOVSMOSE, op. cit., p. 142).

Skovsmose (2005) complementa a idéia de Educação Matemática Crítica apresentando a noção de matemacia, similar à noção de alfabetização do modo como foi desenvolvida por Freire. Poderíamos dizer que a noção de matemacia está, então, associada à idéia de uma alfabetização funcional em Matemática, mas além disso, ela se refere a algumas competências, quais sejam:

> a) a habilidade de lidar com noções matemáticas;
> b) a habilidade de aplicar tais noções em contextos distintos;
> c) a capacidade de refletir sobre tais aplicações (SKOVSMOSE, op cit., p. 138).

A matemacia, então, dá apoio à cidadania crítica e é desenvolvida com base no diálogo que favorece uma aprendizagem significativa, política e democrática. Dessa forma, o desenvolvimento da matemacia assume um papel de grande relevância para a operacionalização de uma Educação Matemática Crítica.

4.4 – A Educação Crítica e a Educação Estatística

De acordo com o que foi até aqui apresentado, vemos que as idéias de Freire, Giroux e Skovsmose se auto-completam, interagem-se, intersecionam-se e concordam em todos os pontos importantes. Dentre esses pontos, podemos destacar as idéias de:

- Promover uma educação problematizadora, estimular a criatividade e a reflexão do aluno.
- Promover a inserção crítica do estudante na realidade em que vive, desvelando essa realidade para uma melhor compreensão do mundo, tornando-o assim um ator que não só assiste ao mundo, mas que dele participa.
- Valorizar os aspectos políticos envolvidos na educação, seja em relação ao processo educativo como em relação aos conteúdos disciplinares.
- Democratizar o ensino, seja com o debate de princípios democráticos como também com a adoção de atitudes democráticas em sala de aula, promovendo a desierarquização entre educandos e educadores, que passam a conviver num ambiente no qual não há um dono do saber e sim um compartilhamento de experiências que visa a um bem comum de desenvolvimento da intelectualidade dos participantes do processo educacional, desmistificando o papel manipulador tradicional da figura do professor.
- Valorizar o trabalho em grupo, colaborativo, sem subordinação, mas permitindo a existência de líderes de pares.

- Desenvolver os relacionamentos sociais, combater as posturas alienantes dos alunos, defender a ética e a justiça social.
- Promover o diálogo, a liberdade individual e a responsabilidade social dos estudantes.

Além disso, entendemos que alguns aspectos teóricos levantados nos estudos sobre a Educação Estatística parecem estar em concordância com alguns desses princípios da Educação Crítica. Vamos esclarecer alguns pontos comuns.

Os princípios de aleatoriedade e de incerteza, que levam a Estatística a se afastar do aspecto determinístico da Matemática, estão em acordo com a crítica à ideologia do falso-verdadeiro, necessária para se trabalhar o conhecimento reflexivo.

Conforme vimos no capítulo três, o pensamento estatístico ocorre quando os modelos matemáticos são associados à natureza contextual do problema proposto e o estudante identifica e escolhe adequadamente as ferramentas estatísticas necessárias para sua descrição e interpretação. Esse aspecto é citado por Skovsmose e por Giroux como fundamental para o desenvolvimento da competência crítica, além de figurar entre as competências listadas para o desenvolvimento da matemacia.

Uma característica que comentamos sobre o pensamento estatístico é a idéia de prover a habilidade de enxergar o problema estatístico de maneira global, com suas interações e seus porquês, entender suas diversas relações e o significado das variações, explorar os dados além do que os textos prescrevem e gerar questões e especulações não previstas inicialmente. Isso está bastante de acordo com o pensamento reflexivo, pois valoriza os questionamentos, a confiabilidade dos resultados etc. Além disso, tende a estimular a criatividade, conforme nos orienta Paulo Freire.

Afirmamos na fundamentação teórica que a relevância dos dados e das pesquisas deve sempre ser questionada pelos estudantes e encorajada pelos professores. Isso está em acordo com os princípios da competência crítica, que valorizam os questionamentos sobre a importância do que está sendo estudado, além de concordarem com a idéia de conhecimento diretivo de Giroux.

Para desenvolver o raciocínio estatístico, destacamos que os problemas de Estatística devem começar com um questionamento e terminar com uma opinião, que

espera-se que seja fundamentada em certos resultados práticos. Os julgamentos e as conjecturas expressos pelos estudantes não devem ser caracterizados como certos ou errados, e sim analisados quanto à qualidade de seu raciocínio, adequação e métodos empregados para fundamentar as evidências. Novamente vemos aqui uma adequação com os princípios da rejeição à ideologia do falso-verdadeiro, valorização do aspecto crítico (Skovsmose), valorização da pedagogia da escrita, além de dar voz ao estudante (Giroux), estimulando a reflexão (Freire).

Quanto à Literacia, ela tem a ver com a capacidade de argumentar, de se expressar segundo uma linguagem própria da Estatística, mas também expressa a capacidade de debater os conceitos inseridos num contexto de discussão social e valoriza o desenvolvimento de atitudes de questionamento nas quais se aplicam conceitos mais sofisticados para contradizer alegações que são feitas sem fundamentação estatística apropriada. Mais uma vez vemos as idéias do conhecimento reflexivo que defende a preparação dos alunos para uma vida social, incentivando-os a perceber, entender, julgar e aplicar os conceitos matemáticos em sua vida cotidiana e da matemacia, que valoriza a aplicação dos conceitos e a reflexão sobre essa aplicação. Outro aspecto que aqui é valorizado é o estímulo à escrita, que segundo Giroux ajuda a desenvolver a capacidade de operar um pensamento crítico. Esclarecemos que a escrita aqui refere-se à necessidade de se expressar usando a terminologia própria da Estatística, sendo que essa expressão pode (e deve) dar-se não somente de maneira oral, mas também (e principalmente) de maneira escrita.

Entre os objetivos da Literacia, citamos: criar a capacidade no aluno de atuar como um membro educado da sociedade em uma era de informação e de ter uma boa base de entendimento dos termos, idéias e técnicas estatísticas. Nesse ponto, encontramos uma convergência com a competência matemática, necessária para que exista a competência democrática citada por Skovsmose. Citamos ainda que os estudantes precisam aprender a usar a Estatística como evidência nos argumentos encontrados em sua vida diária como trabalhadores, consumidores e cidadãos, o que tende a incrementar a capacidade crítica e a matematização.

No capítulo 2 apresentamos os aspectos que devem ser valorizados pelos professores segundo a visão da Educação Estatística[35], e lá encontramos os princípios

[35] Ver páginas 54 e 55.

necessários para o desenvolvimento da capacidade crítica dos estudantes, bem como os questionamentos pregados pelo conhecimento reflexivo.

A fundamentação teórica da didática da Estatística estabelece uma condição básica para um trabalho pedagogicamente significativo, que é a contextualização dos dados. Isso significa que os exercícios a serem trabalhados com os alunos devem conter dados (números) que são obtidos por pesquisas reais, preferencialmente colhidos pelos próprios alunos. Mencionamos também que os exercícios devem tratar de assuntos relevantes para os alunos, ligados ao seu cotidiano ou à sua formação profissional. Observamos aí uma conexão com as idéias de problematização e de construção de modelos propostas por Skovsmose e por Giroux, bem como a aproximação ao conhecimento tecnológico, necessário para compor a competência democrática.

Além dos aspectos ligados à teoria didática da Estatística que a aproximam da Educação Matemática Crítica, devemos também apontar o engajamento das atividades propostas nesta pesquisa com os aspectos políticos econômicos e sociais que circundam a vida dos estudantes, utilizando nesse contexto a idéia de suplantar os objetivos da própria Estatística e valorizar a interdisciplinaridade, conforme proposto por Giroux.

Vários outros aspectos de convergência poderiam ser citados, tais como o trabalho com projetos proposto por Giroux e a Modelagem Matemática que tratamos no capítulo anterior. Entretanto, deixamos para fazer uma análise comparativa mais aprofundada sobre esse aspecto posteriormente à apresentação das referidas atividades, quando nos será possível efetivamente observar todos os aspectos trabalhados em nossos projetos.

4.5 – A Educação Estatística Crítica

Diante do que foi exposto até aqui, vemos uma expressiva convergência dos princípios da Educação Estatística e da Educação Crítica. Como professores de Estatística, nosso objetivo primordial é ensiná-la aos educandos de forma honesta e significativa. Ao conhecermos os trabalhos dos pesquisadores em Educação Crítica, nós nos propusemos a exercer uma reflexão sobre o tema ‘educação’ e essa reflexão nos levou a uma ação, a uma mudança em nosso olhar sobre os objetivos mais nobres da educação. Dessa forma, vemos com entusiasmo a possibilidade de adotar os princípios

da Educação Crítica na Educação Estatística, construindo uma teoria crítica de ensino de Estatística, ou melhor, uma Educação Estatística Crítica.

Sendo assim, entendemos que antes de sermos professores de Estatística, somos professores. E como tal, assumindo uma postura reflexiva e autocrítica, colocamos os objetivos da Educação Crítica junto aos objetivos da Educação Estatística, sem hierarquizá-los, mas assumindo uma comunhão em ambos, pois além de uma coisa não se sobressair perante a outra, também não a prejudica.

A Estatística é pródiga em aplicação de seus conteúdos na vida real. Vivemos cercados de números, de estatísticas, vivemos um constante exercício de comparação, somos permeados de índices que nos acompanham desde a infância, desde o garoto que constrói estatísticas (mesmo que mentalmente) de seu desempenho como artilheiro de futebol ou cestinha do time de basquete ao adulto que precisa decidir por uma ou outra forma de investimento, desde o trabalhador que precisa lutar por índices de reajuste salarial e que vive às voltas com alíquotas de imposto de renda à dona de casa que precisa administrar o orçamento familiar e ficar atenta aos reajustes dos preços dos bens e serviços que consome. Os jornais diários são ricos em gráficos, índices e análises comparativas de todas as espécies. Os profissionais dos mais diversos ramos utilizam a Estatística em seu trabalho, desde médicos, psicólogos, esportistas, até técnicos de nível médio.

Mesmo assim, vemos que muitos livros-texto de Estatística conseguem ignorar essa aplicabilidade e tratam-na abstratamente, como um conhecimento matemático na forma descrita por Skovsmose. Seguindo essa linha, muitos professores tratam o ensino de Estatística de forma alienante, assumindo uma falsa postura de que a educação é neutra e apolítica.

De forma a completar este estudo sobre o ensino de Estatística, apresentamos a idéia de Educação Estatística Crítica, que congrega os objetivos da Educação Estatística com os da Educação Crítica, de forma a produzir uma pedagogia democrática, reflexiva, engajada em sua função maior de responsabilidade social para com os educandos.

Seguir as idéias apresentadas por nós no capítulo 3, permite otimizar o ensino da Estatística, mas fica uma lacuna importante, que só é preenchida com os conceitos da Educação Crítica, principalmente o engajamento político e social do ato de educar. Como pudemos observar, esses aspectos não se encontram em dicotomia, pelo

contrário. Queremos mostrar aqui como eles podem se completar e assim dignificar mais a Educação Estatística ao contextualizá-la dentro de um ambiente mais humanista, de mais diálogo, mais comprometido com princípios democráticos e de cidadania.

Uma Educação Estatística que se proponha a seguir esses princípios aqui apresentados, deve ter as seguintes características:

- Problematizar o ensino, trabalhar a Estatística por meio de projetos, valendo-se dos princípios da modelagem matemática.
- Permitir aos alunos que trabalhem individualmente e em grupos.
- Utilizar exemplos reais, trabalhar com dados reais, sempre contextualizados dentro de uma realidade condizente com a realidade do aluno.
- Favorecer e incentivar o debate e o diálogo entre os alunos e com o professor.
- Desierarquizar o ambiente de sala de aula, assumir uma postura democrática de trabalho pedagógico, delegar responsabilidades aos alunos.
- Incentivar os alunos a analisar e interpretar os resultados, valorizar a escrita.
- Tematizar o ensino, ou seja, privilegiar atividades que possibilitem o debate de questões sociais e políticas relacionadas ao contexto real de vida dos alunos.
- Promover julgamentos sobre a validade das idéias e das conclusões, fomentar a criticidade e cobrar dos alunos o seu posicionamento perante os questionamentos levantados nos debates, compartilhando com a classe suas justificativas e conclusões.
- Preparar o aluno para interpretar o mundo, praticar o discurso da responsabilidade social, incentivar a liberdade individual e a justiça social, engajar os alunos numa missão maior de aperfeiçoar a sociedade em que vivem.

- Utilizar bases tecnológicas no ensino, valorizando e desenvolvendo competências de caráter instrumental para o aluno que vive numa sociedade eminentemente tecnológica.
- Valorizar o conhecimento reflexivo em conjunto com o conhecimento tecnológico para o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre o papel da Estatística no contexto social e político no qual o estudante se encontra inserido.
- Adotar um ritmo próprio, um *timing* flexível para o desenvolvimento dos temas.
- Combinar o conhecimento produtivo e diretivo.
- Evidenciar o currículo oculto, debater o mesmo com os estudantes, permitindo que eles participem das decisões tomadas e do controle do processo educacional.
- Avaliar constantemente o desenvolvimento do raciocínio, do pensamento e da literacia estatística.
- Desmistificar o processo de avaliação do aluno, permitindo que ele participe das decisões e assuma responsabilidades sobre esse processo.

Todas essas idéias não devem parecer para o professor como um *check-list* a ser conferido em seu trabalho. Entendemos que, se o professor refletir e acreditar nesses propósitos, terá um desenvolvimento natural de seu trabalho na direção dessas características que listamos.

O que queremos salientar é que existem três princípios básicos que, se forem observados, possibilitarão o engajamento do professor nessa prática de educação que estamos propondo. Esses princípios são:

- Contextualizar os dados de um problema estatístico, preferencialmente utilizando dados reais.
- Incentivar a interpretação e análise dos resultados obtidos.

- Socializar o tema, ou seja, inseri-lo num contexto político/social e promover debates sobre as questões levantadas.

No capítulo 2, item 2.1, apresentamos um exemplo dado por Rumsey (2002) para o trabalho com a literacia estatística e reproduzimos esse exemplo abaixo:

> Escreva uma carta para o editor explicando porquê um gráfico mostrando o número de crimes em 1997 versus 1987 deve conter também o tamanho da população em cada ano (p.10).

Observe que o tema desse exercício (crime) é de alta relevância para a sociedade. O exercício, que teria um objetivo de favorecer o desenvolvimento da capacidade que chamamos de literacia estatística, se for seguido de um debate sobre *'o crime e a sociedade em que vivemos*', acabará por despertar nos alunos a consciência crítica para esse grave problema social e oxalá trará mudanças em seus comportamentos no sentido de questionar as origens desses problemas e suas possíveis soluções.

Assim, entendemos que o objetivo de ensinar Estatística deve sempre estar acompanhado do objetivo de desenvolver a criticidade e o engajamento dos estudantes nas questões políticas e sociais relevantes para a sua realidade como cidadãos que vivem numa sociedade democrática e que lutam por justiça social em um ambiente humanizado e desalienado.

No capítulo seguinte, apresentamos algumas idéias de estratégias pedagógicas que desenvolvemos e que vão ao encontro dos objetivos da Educação Estatística Crítica aqui apresentados.

Cap. 5 – Projeto 1: A Estatística e o Mercado de Capitais

5.1 – Introdução

Neste capítulo e no próximo, fazemos a apresentação, discussão e análise das atividades desenvolvidas em sala de aula e que tiveram como objetivo a criação de ambientes pedagógicos visando a favorecer um ensino diferenciado dos conteúdos de Estatística em cursos de graduação.

Baseado em nosso referencial teórico acerca dos fundamentos da didática da Estatística, tendo sempre como presente as idéias da Educação Estatística Crítica e valendo-se de nossa experiência docente, desenvolvemos algumas atividades didáticas específicas, consolidadas em projetos pedagógicos que foram discutidos no âmbito do GPEE e cujos resultados foram apresentados em alguns Congressos internacionais sobre o Ensino de Estatística (conforme citado na pág. 10).

A estratégia de ensino e aprendizagem de Estatística que utilizamos nos projetos foi a da Modelagem Matemática, já descrita no capítulo 3, conforme estudos de D'Ambrosio (1991), Bassanezi (2004) e Biembengut & Hein (2003), apresentando aqui resultados francamente compatíveis com os objetivos propostos.

Nosso objetivo inicial foi possibilitar o desenvolvimento das capacidades de Literacia (conforme descrito por RUMSEY, 2002), Pensamento Estatístico (conforme descrito por CHANCE, 2002) e Raciocínio Estatístico (conforme descrito por GARFIELD, 2002)

Já a Educação Crítica, principalmente como foi apresentada por Skovsmose (2004 e 2005) e por Alrø e Skovsmose (2006), esteve presente ao longo de toda fase de desenvolvimento dos projetos, pois à medida que nos identificamos com os seus propósitos, ela mudou nossa concepção de trabalho docente e passamos a trazer seus fundamentos em nós mesmos, o que só contribuiu para enriquecer os objetivos do nosso trabalho investigativo.

Os dois projetos aqui descritos foram desenvolvidos em sala de aula ao longo dos anos de 2005 e 2006, pelo professor-pesquisador, dentro da disciplina de Estatística

em cursos de graduação da área de Ciências Econômicas em uma faculdade privada da cidade de São Paulo.

O que apresentamos nas próximas páginas é uma descrição completa de cada projeto, desde os seus objetivos e fundamentos, revisão bibliográfica, exemplos, até os relatórios de execução, apresentação dos resultados e análise crítica baseada no quadro teórico que assumimos para este trabalho.

A análise que fazemos em cada projeto contém também uma autocrítica, ou seja, baseado no *feedback* de cada atividade realizada, fomos absorvendo sugestões e reflexões sobre sua operacionalização, de modo a poder exercer a crítica construtiva a nós mesmos.

Deixamos para as considerações finais deste trabalho uma análise global das atividades aqui apresentadas, de forma a avaliar se nossa proposta inicial de investigação foi satisfeita por tais projetos pedagógicos.

5.2 – Projeto 1: A Estatística, o Mercado de Capitais e a Responsabilidade Social

Em meados do 1º semestre de 2005 fomos convidados para participar de uma mesa-redonda cujo tema era: *Mercado de Capitais: Estratégias de Investimento*, promovida por uma faculdade privada, em São Paulo, capital, local onde atuamos profissionalmente desde 1999.

Para esse debate, foram convidados três profissionais, cada um com um tema específico para abordar. Os debatedores e seus temas foram:

Prof. Ms. Aurélio Hess[36]: *O que é o Mercado de Capitais e como fazer uma análise fundamentalista de uma empresa*.

[36] Aurélio Hess é professor no curso de graduação em Administração de Empresas das Faculdades Oswaldo Cruz e das Faculdades Integradas Campos Salles. É coordenador do curso de Administração de Empresas das Faculdades Integradas de Amparo-SP e professor do curso de MBA em Gestão de Negócios no IPT/USP. É mestre em Administração e Planejamento financeiro pela PUC/SP, pós-graduado em Consultoria em Organizações pela FGV/SP, especialista em Negociação pela FGV/SP e graduado em Administração de Empresas pela FEAO. É diretor executivo do IBGN – Instituto Brasileiro

Prof. Ms. Celso Ribeiro Campos: *Como fazer os números trabalharem em favor do investidor: considerações sobre a análise grafista de investimentos*.

Eng. Renato Oliveira Fraga[37]: *O que é um clube de investimentos, como constituí-lo, como se tornar um investidor do Mercado de Capitais: relato de uma experiência*.

Para nos preparar para o tema, consultamos uma vasta bibliografia, na qual destacamos as obras de Matos (2000) e de Costa & Assunção (2005). No anexo 1, apresentamos um relatório da referida mesa-redonda que detalha os assuntos abordados pelos debatedores.

Tal palestra fez bastante sucesso entre os alunos, de forma que nós fomos procurados posteriormente por grupos de estudantes que se interessaram pelo tema e desejavam adquirir mais conhecimentos sobre o mesmo. Foi nesse momento que, aproveitando a motivação desses alunos, surgiu a idéia de se trabalhar com um projeto didático que possibilitasse aos alunos um maior aprofundamento teórico e que permitisse que os mesmos pudessem pôr em prática os conhecimentos adquiridos, aproveitando a motivação que já havia sido despertada pelo tema, dada a sua relevância para o aprimoramento profissional e que também poderia servir aos interesses pessoais dos alunos. A essa altura, verificamos o cumprimento da primeira etapa da modelagem matemática, a Interação.

A segunda etapa, ou seja, a Matematização, também estaria cumprida, pois os conhecimentos estatísticos necessários já foram ministrados aos alunos em sala de aula e, além disso, a apresentação de exemplos foi feita durante a palestra.

O tema foi levado ao GPEE e foram então discutidas em várias sessões as possíveis estratégias de execução do projeto.

---

de Gestão de Negócios e é autor do livro Gestão Financeira de Negócios (vide bibliografia) que em 2005 estava em sua 3ª edição.

[37] Renato Oliveira Fraga é engenheiro de telecomunicações da Ericsson Internacional, formado pelo INATEL – Instituto Nacional de Telecomunicações de Santa Rita do Sapucaí, MG, é estudioso e investidor no Mercado de Capitais da Bovespa. É gestor de um clube de investimentos que possui cerca de 150 investidores e que, em 2005, obteve uma rentabilidade acima de 50%, tendo sido entrevistado em matéria de capa do jornal Valor Econômico e em outras publicações, tais como a revista Isto É Dinheiro. Atualmente reside e trabalha na Austrália.

5.2.1 – Revisão teórica

O projeto consistiu basicamente de um processo de indagação e investigação sobre o Mercado de Capitais, bem como a formulação e experimentação de uma estratégia de investimento em um mercado virtual durante um certo período de tempo.

O mercado de capitais é um mercado de risco, no qual os investidores compram ações de empresas negociadas na Bolsa de Valores e as revendem, procurando obter lucros nessas transações. O mercado secundário é representado pelas empresas que já têm suas ações na Bolsa e, os investidores que desejam comprá-las têm de fazer a negociação com base na oferta que os donos de tais ações fazem, com a intermediação de corretoras de valores credenciadas[38]. Muitas vezes, o sucesso desse tipo de operação financeira depende da escolha do momento certo para comprar e vender as ações, sendo que não existe uma regra determinística para se saber exatamente quando ocorre esse momento. A decisão sobre comprar ou não ações de uma determinada empresa X pode ter por base dois tipos de análise: Fundamentalista ou Estatística.

A análise Fundamentalista[39] leva em conta o tipo de administração da empresa, a situação do mercado no qual ela está inserida, a competitividade do setor de atuação da empresa, a regulamentação desse setor, as projeções do setor para o futuro próximo, se a empresa é exportadora ou não, os demonstrativos financeiros dos últimos anos, o *pay-out*[40] da empresa e o quanto vale a ação (preço justo), além de outros critérios.

Já a análise estatística pode ser dividida em duas partes principais:

a) análise de risco-retorno;

b) regressão econométrica;

que detalharemos a seguir.

---

[38] Para um maior detalhamento sobre o funcionamento da Bolsa de Valores no Brasil, sugerimos consulta à obra de Luquet & Rocco (2005) (vide bibliografia) e ao *site* www.bovespa.com.br

[39] Para maior aprofundamento sobre a análise fundamentalista, sugerimos consulta à obra de Halfeld (2005) (vide bibliografia).

[40] É a taxa de distribuição do lucro da empresa para os acionistas, na forma de dividendos ou de juros sobre o capital próprio (HESS, 2005, p. 149).

5.2.1.1 – Análise de risco-retorno[41]

Em administração financeira existe a percepção intrínseca de que investimentos mais arriscados podem gerar maiores lucros, ou seja, quanto maior o risco maior pode ser a rentabilidade e vice-versa. Para tornar este conceito mensurável, é preciso de alguma forma quantificar o que seria a rentabilidade e o risco de um determinado ativo. A metodologia mais utilizada consiste em considerar o retorno de um determinado ativo como uma variável aleatória, associar a medida de risco ao desvio-padrão dessa variável e, a rentabilidade ao seu valor esperado. Existem críticas a essa teoria, uma vez que a distribuição estatística de uma dada série histórica de retornos muda com o tempo, dependendo do momento econômico do mercado no qual o ativo está inserido. No entanto, de acordo com as circunstâncias econômicas e com a maneira como esses parâmetros são estimados, essa medida de risco e retorno pode ser apropriada.

Seja S_i (0) o valor de um ativo financeiro i no instante 0 e S_i (1) o valor desse ativo uma unidade de tempo depois. A taxa de retorno R_i desse ativo, que é uma variável aleatória, é dada por:

$$R_i = \frac{S_i(1) - S_i(0)}{S_i(0)}$$

O retorno esperado (ou rentabilidade esperada) do ativo financeiro R_i será denotado por r_i, calculado no período 1 a T, ou seja,

$$r_i = E(R_i) = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} R_i(T)$$

Que é a esperança matemática de R_i calculada no período de 1 a T.

O risco do ativo financeiro i será representado pelo desvio-padrão σ_i de R_i:

[41] A análise risco-retorno é abordada em detalhes na obra de Costa & Assunção (2005), que usamos aqui como referência.

$$\sigma_i = \sqrt{E(R_i - r_i)^2} = \sqrt{\frac{1}{T-1}\sum_{t=1}^{T}\left(R_i(T) - r_i\right)^2}$$

Observamos nesse caso o uso do denominador T – 1, que inclui um fator de correção usado por se tratar de uma amostra do valor do ativo num certo período limitado (de 1 a T).

De posse de uma série histórica de valores do ativo S_i, preços de uma ação por exemplo, podem-se extrair estimativas para essas variáveis, com diferentes períodos, sendo o diário o mais utilizado.

Ao se constituir uma carteira com n ativos, deve-se estabelecer a proporção w do capital que será investido em cada um. Seja w_i a proporção de investimento no ativo S_i, cujo retorno esperado é r_i e cujo risco calculado é σ_i. O retorno esperado da carteira, μ, será dado por:

$$\mu = w_1.r_1 + w_2.r_2 + ... + w_n.r_n = \sum_{i=1}^{n} w_i.r_i$$

O risco ponderado da carteira pode ser simplificadamente calculado como sendo:

$$\sigma = \sum_{i=1}^{n}\left(w_i.\sigma_i\right)$$

O cálculo mais apurado do risco de uma carteira envolve análises de covariância e de correlação entre os ativos. Esse cálculo é bastante complexo para carteiras com mais de 2 ativos e foge ao objetivo deste trabalho.

Um ativo ideal seria aquele com valor de retorno alto e risco baixo. Entretanto essa relação em geral não ocorre, ou seja, a tendência é que os ativos com alto retorno apresentem também alto risco. Os fundos de renda fixa dos bancos (privados ou estatais) podem ser considerados ativos de risco 0, ou muito baixo. Sua taxa de

remuneração é, geralmente, usada como referência para avaliar o desempenho de um investimento.

Uma informação importante para se compor uma carteira de ações é evitar comprar ativos de empresas que atuem num mesmo segmento do mercado, pois existe tendência a haver forte correlação positiva entre o desempenho desses ativos, o que não é recomendável, pois tende a maximizar o risco da aplicação. A opção mais recomendável para se minimizar o risco é compor carteiras com ativos de correlação negativa, o que diminui substancialmente o risco global do investimento.

5.2.1.2 – Exemplo 1

Segue um exemplo que trata do ativo Vale do Rio Doce PN[42] (código do ativo na BOVESPA: VALE5). O período de tempo considerado é o diário, e os preços correspondem às cotações de fechamento, ou seja, ao último negócio do dia. A Tabela 1 mostra os preços e os retornos observados para cada dia.

[42] A sigla PN significa Preferencial Nominativa, refere-se a um tipo de ação que não dá direito a voto nas assembléias da empresa, mas tem prioridade no recebimento de dividendos. No Brasil, as ações PN são as de maior liquidez (LUQUET & ROCCO, 2005, p. 24)

Tabela 5.1- Preços de fechamento e retornos observados de Vale do Rio Doce PN na BOVESPA

T	data	fech [$S_i(T)$]	R_i (T)	$(R_i - r_i)^2$
0	21/10/2004	50,92		
1	22/10/2004	50,41	-0,0100	0,00016
2	25/10/2004	50,15	-0,0052	0,00006
3	26/10/2004	51,49	0,0267	0,00058
4	27/10/2004	51,49	0,0000	0,00001
5	28/10/2004	49,67	-0,0353	0,00145
6	29/10/2004	50,05	0,0077	0,00002
7	1/11/2004	50,05	0,0000	0,00001
8	3/11/2004	50,43	0,0076	0,00002
9	4/11/2004	50,48	0,0010	0,00000
10	5/11/2004	51,69	0,0240	0,00045
11	8/11/2004	51,12	-0,0110	0,00019
12	9/11/2004	52,76	0,0321	0,00086
13	10/11/2004	53,28	0,0099	0,00005
14	11/11/2004	52,65	-0,0118	0,00021
15	12/11/2004	54,33	0,0319	0,00085
16	16/11/2004	52,46	-0,0344	0,00138
17	17/11/2004	54,56	0,0400	0,00139
18	18/11/2004	53,70	-0,0158	0,00034
19	19/11/2004	54,28	0,0108	0,00007
20	22/11/2004	53,51	-0,0142	0,00028
$\sum$			0,0539	0,00840

Dados obtidos em www.infomoney.com.br (valores de fechamento)

Considerando a janela de 20 dias indicada na Tabela 5.1, o retorno r_i é estimado com a média das taxas de retorno R_i:

$$r_i = \frac{1}{20} \cdot 0{,}0539 = 0{,}0027$$

O risco σ_i associado a esse retorno é dado pela raiz quadrada da variância, ou seja, o desvio-padrão da taxa de retorno R_i:

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{19} \sum_{t=1}^{20} \left(R_i(T) - r_i\right)^2 = 0{,}000442 \qquad \Rightarrow \qquad \sigma_i = 0{,}0210$$

Interpretação: o ativo Vale do Rio Doce PN tem um retorno esperado de aproximadamente 0,27% ao dia, com um risco associado de 2,10%[43]. Esses resultados estão estreitamente correlacionados com a janela considerada. Se em vez de 20 fossem considerados 10 ou 50 dias, os resultados certamente seriam outros. Uma janela pequena fornece resultados mais sensíveis ao retorno e ao risco a curto prazo. Por sua vez, uma janela maior absorve grandes variações isoladas e fornece informações para prazos mais longos. Portanto, a escolha da janela é muito importante e está relacionada com o horizonte das aplicações. Para um resultado mais confiável, pode-se pensar em uma janela de cerca de 200 dias.

Essa análise de risco e retorno que apresentamos é baseada na precificação do ativo – CAPM[44] – que exige que as escolhas sejam feitas apenas em termos de retornos esperados e variâncias. Existe a possibilidade de incluir nessa análise as assimetrias e as curvas de freqüências aplicadas aos valores calculados de retorno R_i. Curvas de freqüência com assimetria positiva indicam maior possibilidade de ganho para o investidor (DAMODARAN, 2002, p.57). Por exemplo, suponha que você tenha que escolher entre dois investimentos, A e B, ambos com o mesmo retorno esperado (18%) e o mesmo desvio padrão (25%). Suponha ainda que o investimento A ofereça uma pequena possibilidade de triplicar o seu dinheiro, enquanto no investimento B a possibilidade mais alta de retorno é de 60%. Nesse caso, o investidor deve optar pelo

[43] Esse resultado nos remete a uma reflexão para ser levada à sala de aula: É normal o desvio padrão ser maior que a média aritmética? Por que isso ocorreu nesse caso?

[44] *Capital Asset Pricing Model*, é uma metodologia desenvolvida para explicar o comportamento dos preços das ações, cujo objetivo é fornecer um mecanismo por meio do qual os investidores podem avaliar o impacto do investimento proposto em ações sobre o total do retorno e risco da carteira. O CAPM é uma ferramenta analítica extremamente importante tanto para as finanças administrativas como para a análise de investimentos. Os criadores do CAPM, Harry Moakowitz e William F. Sharpe, foram agraciados pelo prêmio Nobel em 1990 (WESTON & BRIGHAM, 2000)

ativo A. Essa maior possibilidade de retorno pode ser visualizada pela assimetria positiva da curva de freqüência associada ao retorno.

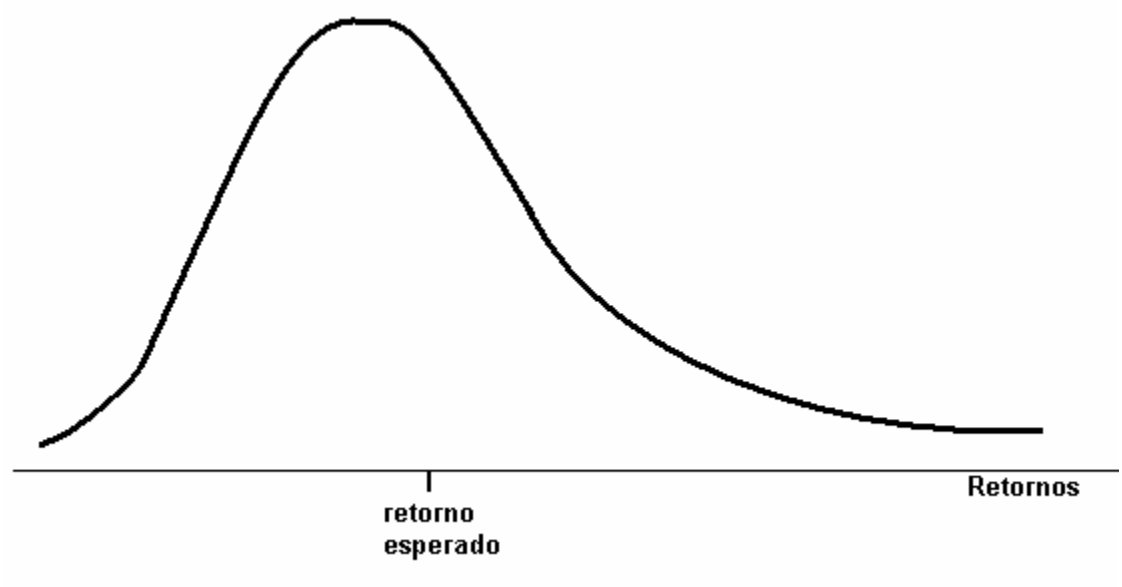


Gráfico 5.1- Assimetria positiva

5.2.1.3 – O Coeficiente β

A tendência de uma ação mover-se com o mercado é refletida em seu coeficiente beta β, que é a medida da *volatilidade* de uma ação em relação a um conjunto de ativos que compõe um índice de referência. Intuitivamente, os ativos que se movimentam mais com a carteira de investimentos de mercado (padrão) tenderão a ser mais arriscados do que os que se movimentam menos, tendo em vista que os movimentos que não são relacionados com a carteira de investimentos de mercado serão eliminados quando um ativo é agregado a ela. Estatisticamente, esse risco agregado é mensurado pela covariância do ativo em relação à carteira de investimentos do mercado.

A covariância é uma medida não padronizada de risco de mercado. Para padronizar essa medida, dividimos a covariância de cada ativo i em relação à carteira de investimentos de mercado pela variância da carteira de investimentos de mercado. Isso resulta no beta do ativo i:

$$\beta_i = \frac{\text{covariância do ativo i em relação à carteira de investimentos de mercado}}{\text{variância da carteira de investimentos de mercado}}$$

O cálculo do β também é uma das formas se de avaliar o risco de uma aplicação financeira no mercado de capitais, recomendada pelo CAPM.

A covariância da carteira de investimentos de mercado consigo mesma é a sua variância. Sendo assim, o beta de referência é igual a 1,0. Uma ação de risco médio é definida como aquela que tende a subir e descer de acordo com o mercado geral e tem um coeficiente beta próximo a 1,0. Se β = 0,5 a ação tem apenas a metade da volatilidade do mercado (se o mercado subir 10%, esse ativo subirá apenas 5% e se o mercado cair 10% esse ativo cairá somente 5%). Com β = 2,0 a ação será duas vezes mais volátil do que o mercado, de modo que seria um ativo duas vezes mais arriscado do que uma ação média.

Em geral, as aplicações em ações no Brasil têm o cálculo do beta feito em referência à carteira do Ibovespa - Índice Bovespa - que é o valor atual, em moeda do país, de uma carteira teórica de ações com base em uma aplicação hipotética. A carteira do Ibovespa teve início em 1968, com valor definido em 100 pontos. Desde então, o aumento ou diminuição desse número traduz a tendência geral dos preços das ações negociadas na Bolsa. A carteira compõe-se de pouco mais de 50 papéis, os quais alcançaram 80% de participação acumulada em número de negócios e volume financeiro nos 12 meses anteriores, tendo presença em pelo menos 80% das sessões e pregões desse período. São feitas reavaliações quadrimestrais para se atribuir novos pesos de ponderação às diferentes ações que compõem esse índice (LUQUET & ROCCO, 2005, p. 16-17).

A covariância entre duas variáveis X e Y é dada por (*n* representa o número de observações):

$$S_{XY} = \frac{\Sigma xy}{n} \qquad \text{onde} \qquad \Sigma xy = \Sigma(X.Y) - \frac{\Sigma X.\Sigma Y}{n}$$

Podemos calcular o β para cada ativo individualmente e também estimar o β para a carteira completa. Uma forma de se fazer isso é ponderar cada β pela proporção aplicada no ativo. Seja w_i a proporção de investimento no ativo S_i, cuja volatilidade é β_i. O risco associado a essa volatilidade será dado por:

$$\beta = w_1.\beta_1 + w_2.\beta_2 + ... + w_n.\beta_n = \sum_{i=1}^{n} w_i.\beta_i$$

5.2.1.4 – Regressão Econométrica[45]

De posse de uma série histórica dos valores de fechamento de um ativo S_i qualquer, pode-se determinar a reta/curva ideal de regressão para esse ativo. As formas funcionais mais utilizadas para esse fim são: linear, logarítmica, semilogarítmica, exponencial e hiperbólica, conforme o quadro abaixo:

Tabela 5.2 – Formas funcionais convencionais

Função	**Forma original**	**Forma linearizada**	**Transformação**
Linear	$Y = a + b.X$		
Logarítmica	$Y = A.X^b$	$Ln\ Y = a + b.Ln\ X$	$Ln\ A = a$
Semilog I (exponencial)	$Y = A.B^X$	$Ln\ Y = a + b.\ X$	$Ln\ A = a$; $Ln\ B = b$
Semilogarítmica II	$e^Y = A.X^b$	$Y = a + b.Ln\ X$	$Ln\ A = a$
Recíproca I (hiperbólica)	$Y = a + b \cdot \frac{1}{X}$		Usa-se 1/X ao invés de X.
Recíproca II	$\frac{1}{Y} = a + b.X$		Usa-se 1/Y ao invés de Y.

A escolha da melhor função é, muitas vezes, uma tarefa trabalhosa. Entretanto, um método simplificado (e rudimentar) de decisão seria a análise gráfica do comportamento do ativo, comparando-se os pontos do gráfico com a forma típica de cada função. Existem basicamente três critérios para a escolha do modelo funcional: critérios derivados da teoria econômica, critérios estatísticos e critérios econométricos.

[45] Para maior aprofundamento na análise de regressão econométrica, recomendamos a obra de Matos (2000).

Os critérios estatísticos têm por objetivo verificar o grau de confiabilidade das estimativas obtidas. Isso é feito mediante a utilização de coeficientes de determinação (R^2), do erro-padrão da estimativa e de testes de hipóteses realizados com as estatísticas t e F. Em modelos com apenas uma variável explicativa, a forma funcional mais adequada pode ser escolhida em função da magnitude do coeficiente de determinação (R^2) e da estatística F. Quanto mais elevado for o valor dessas estatísticas mais forte será a influência da variável explicativa sobre a dependente, ou seja, os dados ajustam-se mais adequadamente à forma matemática especificada.

Ao se proceder à regressão, são calculados os parâmetros da função, considerando que o valor do ativo é função do tempo[46]. O tempo pode ser considerado uma variável explicativa (X), assumindo os valores 1, 2, 3 etc. para cada preço de fechamento (diário) da ação. Outra maneira de se trabalhar com o tempo como variável explicativa é considerar a própria variável 'preço do ativo', defasada de 1 período, como variável explicativa. No exemplo que apresentamos aqui, não consideramos essa segunda hipótese.

Com a regressão pronta, usa-se a função matemática para efetuar decisões de comprar ou vender ações do ativo analisado. A decisão é tomada com base no seguinte procedimento: seja um instante T, no qual o ativo i apresenta um preço $S_i(T)$.

a) Se $S_i(T)$ for menor do que o valor do ativo calculado pela forma funcional de regressão, recomenda-se a compra desse ativo.

b) Se $S_i(T)$ for maior do que o valor do ativo calculado pela forma funcional de regressão, recomenda-se a venda desse ativo.

Dessa forma, a regressão econométrica não influencia a decisão de investir ou não em um certo ativo. Ela apenas auxilia na movimentação das contas de investimento e na percepção do melhor momento para comprar ou vender um ativo em carteira.

5.2.1.5 – Exemplo 2

[11] Essa consideração é uma simplificação, *ceteris paribus*, com fundamento na Teoria Capitalista.

Para a tabela 5.1, vamos fazer as regressões linear, logarítmica e exponencial, com base no método dos mínimos quadrados, e decidir qual a melhor, comparando as estatísticas R^2 e F. Depois, vamos projetar uma data futura, por exemplo 23/11, supondo que a ação apresente valor de mercado de 54,00 e decidir se a melhor estratégia é comprar ou vender nesse dia.

a) Linear:

$R^2 =$ 0,7195

F = 46,1609

$Y = 49,4798 + 0,2332.X$

b) Logarítmica:

$R^2 =$ 0,5088

F = 18,6477

$Ln\ Y = 3,8914 + 0,0274.Ln\ X$

$Y = 48,9778.X^{0,0274}$

c) Exponencial

$R^2 =$ 0,7188

F = 46,0215

$Ln\ Y = 3,9024 + 0,0045.X$

$Y = 49,521 . 1,0045^X$

Análise: pelos resultados, a forma linear apresenta as estatísticas de avaliação mais altas e, portanto, corresponde à forma funcional mais adequada a essa regressão.

Para a data futura 23/11, em nossa série histórica, ela corresponderá ao X = 21. Usando a forma linear, temos Y = 49,4798 + 0,2332.21 = 54,377 ~ 54,38.

Decisão: o preço de mercado está abaixo do valor estimado pela regressão, demonstrando que é uma boa oportunidade para efetuar a compra do ativo.

As regressões que apresentamos acima, assim como os valores das estatísticas de avaliação, foram obtidas com o auxílio da planilha eletrônica Excel, utilizando-se as funções *Ferramentas* → *Análise de dados* → *Regressão*.

5.2.1.6 – Séries Temporais

Para se avaliar a tendência em uma série temporal, temos de observar os diversos tipos de movimentos que caracterizam tais séries. Os principais tipos de movimentos são:

a) Movimentos a longo prazo ou seculares

b) Movimentos ou variações cíclicas

c) Movimentos ou variações por estações

d) Movimentos irregulares ou aleatórios

A análise de uma série temporal consiste em uma descrição (geralmente matemática) dos movimentos componentes que se apresentam. No caso da série histórica do preço das ações de uma empresa[47], observamos a predominância de movimentos aleatórios (vide Gráfico 5.2 abaixo). Para se fazer uma avaliação de tendência de longo prazo, é necessário regularizar a série, ou seja, eliminar os movimentos aleatórios.

[47] Veja no anexo 2 a tabela completa com os valores de fechamento do ativo Petrobrás PN.

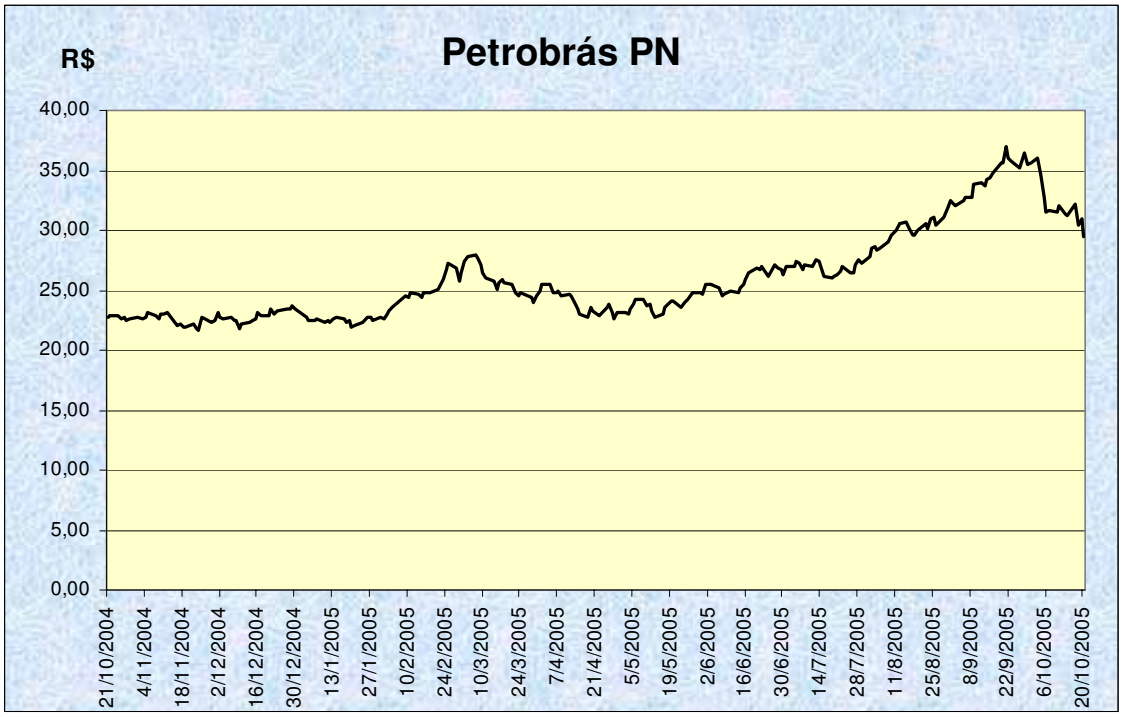


Gráfico 5.2- Valor de Fechamento das ações Petrobrás PN, código PETR4, na BOVESPA, entre 21/10/2004 e 20/10/2005

Fonte: elaborado pelo autor, com dados disponíveis em www.infomoney.com.br

Uma das formas de eliminar os movimentos aleatórios é utilizar médias móveis, que têm a propriedade de tenderem a reduzir o total de variações que se apresenta em um conjunto de dados.

Para o conjunto de dados acima, elaboramos (Gráfico 5.3) um esboço de gráfico feito com média móvel de 20 dias e (Gráfico 5.4) outro com média móvel de 60 dias.

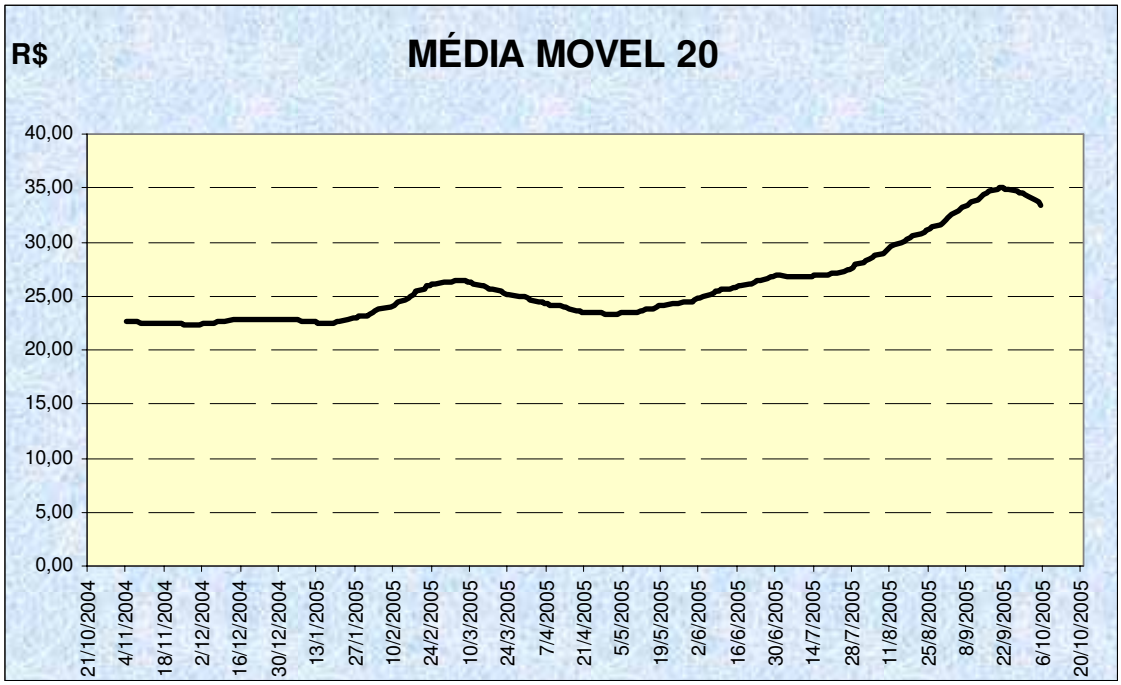


Gráfico 5.3- Ativo Petrobrás PN (PETR4) regularizado com média móvel de 20 dias

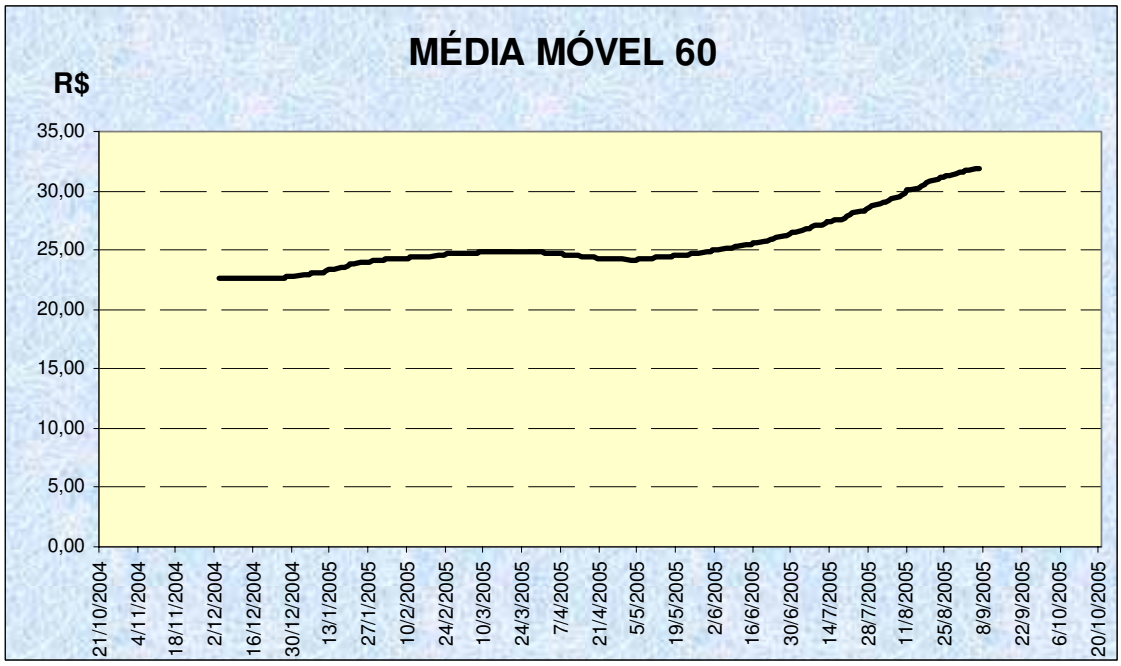


Gráfico 5.4- Ativo Petrobrás PN (PETR4) regularizado com média móvel de 60 dias

Uma outra possibilidade de trabalho com gráfico é, com base no gráfico 5.2, adicionar uma linha de tendência, usando esse recurso no aplicativo Excel. Plotando

essa linha juntamente com a respectiva equação, temos o resultado mostrado no gráfico 5.5 abaixo.

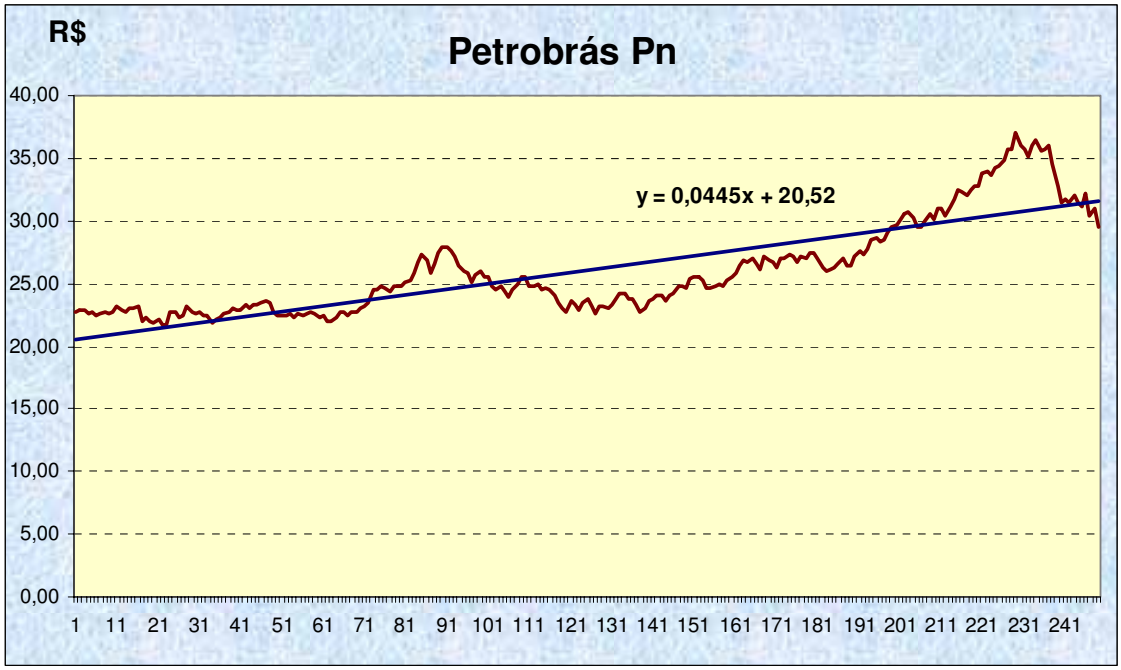


Gráfico 5.5- Linha de tendência e respectiva equação para a série histórica do preço de fechamento do ativo PETR4 na BOVESPA entre 21/10/2004 e 20/10/2005

O resultado (equação) mostrado pelo Excel é exatamente o que se obtém fazendo a regressão pelo método dos mínimos quadrados. Essa regressão apresenta as seguintes estatísticas de avaliação: $R^2 = 0,709$ e $F = 602,1$, $t_a = 78,4$ e $t_b = 24,5$.

Vamos proceder ao mesmo com as médias móveis.

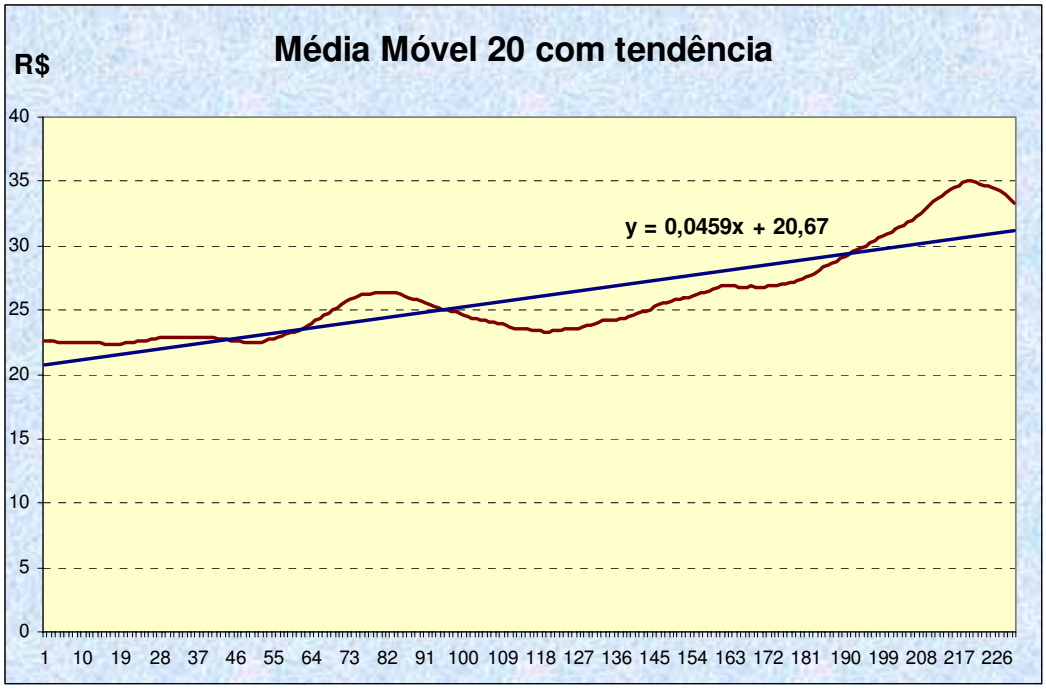


Gráfico 5.6- Linha de tendência sobre média móvel de 20 dias do ativo PETR4.

Observamos uma ligeira diferença na equação de regressão em relação ao resultado obtido com os dados brutos. As estatísticas de avaliação dessa regressão são: R^2 = 0,734 e F = 628,3, t_a = 84,7 e t_b = 25,1. Esses resultados demonstram um ajustamento de melhor qualidade em relação ao anterior.

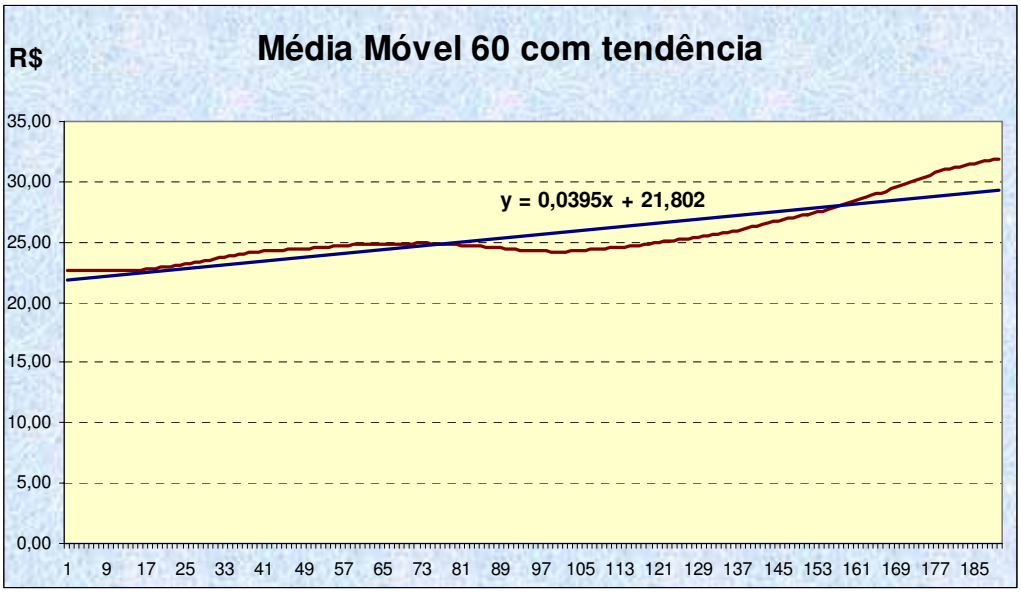


Gráfico 5.7- Linha de tendência sobre média móvel de 60 dias do ativo PETR4.

Novamente a regressão obtida é ligeiramente diferente da anterior. As estatísticas de avaliação dessa regressão são: R^2 = 0,784 e F = 684,5, t_a = 131,3 e t_b = 26,2. Esses resultados demonstram um ajustamento de qualidade superior em relação ao anterior.

Dessa exposição, percebemos que a regressão de média móvel maior é mais confiável. Deve-se levar em conta que, ao efetuar a média móvel, perdemos uma quantidade significativa de dados do começo e do fim da série. Nossa série original continha 249 dados[48] e, com a média móvel de 60, esse número foi reduzido a 190. Esse total (190) ainda é bastante satisfatório, já ainda está próximo a 200, que é o nível recomendado.

Para finalizar essa exposição, apresentamos o Gráfico 5.8, que sobrepõe as linhas de média móvel de tamanho 20 e de tamanho 60.

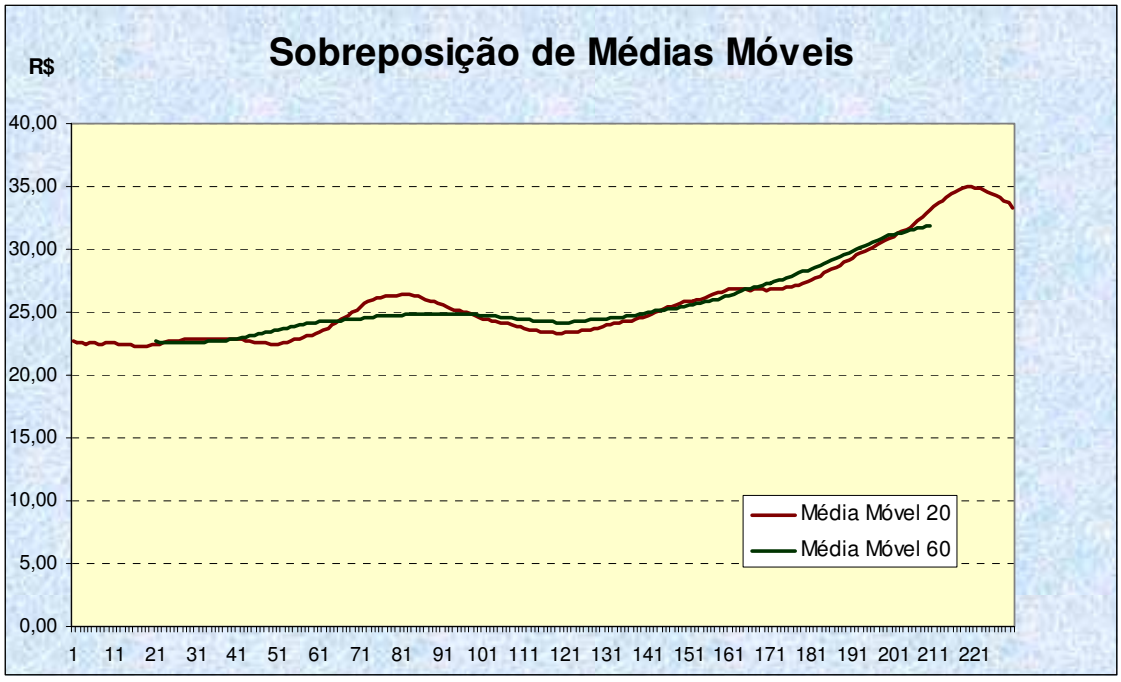


Gráfico 5.8- Sobreposição das médias móveis tamanho 20 e 60 da série histórica de dados do ativo PETR4

Os analistas de mercado de capitais costumam utilizar esse tipo de gráfico com uma finalidade específica. A linha azul (média 60) corresponderia à tendência de longo

[48] Vide anexo 2.

prazo, enquanto a linha vermelha (média 20) seria a tendência de curto prazo. O cruzamento dessas linhas poderia indicar uma mudança na tendência de longo prazo. Sendo assim, a linha vermelha é chamada de *linha de aviso*, enquanto a linha azul é chamada *linha de tendência*.

5.2.2 – Operacionalização

O projeto foi aplicado nos anos de 2005 e 2006. Em 2005, os alunos foram convidados a participar de maneira voluntária. Um total de 25 alunos da 2ª, 3ª e 4ª séries dos cursos de Ciências Econômicas e de Administração de Empresas se interessaram e os encontros para operacionalização do projeto se deram aos sábados. Os alunos se organizaram em grupos de 5 estudantes e o projeto se desenvolveu ao longo dos meses de maio a novembro de 2005.

A execução do projeto encontrou várias dificuldades, dentre as quais destacamos:

- Os alunos de um mesmo grupo tinham dificuldade em manter contato entre si, pois não estudavam na mesma sala, moravam em locais distantes e não tinham tempo disponível entre segunda e sexta-feira para se reunirem.
- As reuniões aos sábados eram insuficientes para realizar todas as orientações e tirar as dúvidas sobre o andamento das atividades do projeto.
- Muitos alunos gostariam de participar do projeto, mas não puderam inscrever-se pois trabalhavam aos sábados e não poderiam estar presentes nas reuniões.
- Alguns alunos apresentaram dificuldade em operar com o programa Excel e freqüentemente deixavam de concluir as atividades propostas devido a esse problema.

Sendo assim, no ano de 2005 o projeto chegou ao final com apenas 2 grupos participantes, o que para nós representou pouco material para análise e nos levou a refletir sobre uma forma de envolver mais alunos e de forma mais perene ao projeto.

No ano de 2006 modificamos a abordagem e o projeto foi aplicado junto a todos os alunos do 4º ano do curso de Ciências Econômicas, na disciplina de Estatística Econômica. De maneira integrada à disciplina, os problemas anteriormente verificados foram plenamente resolvidos, à medida que:

- Os grupos foram formados pelos alunos, todos da mesma sala, privilegiando critérios de proximidade e afinidade entre os integrantes, o que facilitava a comunicação interna e permitia grande entrosamento.
- Todos os alunos da sala se interessaram em participar, pois o projeto não demandava reuniões fora dos horários de aula, o que não atrapalhava os compromissos profissionais dos alunos.
- As dúvidas podiam ser debatidas nos horários de aula.
- Algumas aulas foram deslocadas para o laboratório de informática da faculdade, onde os alunos se familiarizaram com o programa Excel e puderam ali desenvolver muitas das atividades do projeto.

Os objetivos do projeto foram debatidos com os alunos no início do período letivo de 2006 e os alunos foram informados que a experiência seria usada para este trabalho de investigação. Os procedimentos foram democraticamente discutidos com os alunos, que expuseram suas idéias e acordaram quanto aos pontos principais. Ficou então decidido que os alunos se dividiriam em grupos com 5 elementos e que o projeto seria desenvolvido em cinco etapas.

5.2.2.1 – Etapa 1

- Cada grupo deveria escolher 10 ativos, ou 10 empresas com ativos negociados na BOVESPA, para uma análise prévia de potencial de

lucratividade com esses papéis. Os critérios de escolha desses dez papéis seriam livres, mas necessariamente os grupos deveriam justificar as escolhas adotadas.

- Cada aluno deveria se cadastrar no *site* www.infomoney.com.br e efetuar algumas operações de compra e venda de ativos (virtualmente) para se familiarizar com o sistema.
- O primeiro relatório deveria ser entregue um mês após o início do projeto, ou seja, em meados do mês de março de 2006.
- Ainda no primeiro relatório, deveria constar um levantamento do preço de fechamento dos papéis selecionados pelo período mínimo de 200 dias úteis. Esse levantamento poderia ser feito por meio dos dados do *site infomoney*.

5.2.2.2 – Etapa 2

- Em um período de um mês os alunos deveriam fazer opção por cinco das dez empresas inicialmente escolhidas para realizar os investimentos. O critério de seleção deveria ser baseado no CAPM, ou seja, na análise do risco, do retorno e do beta, além de um ou mais critérios de análise fundamentalista ou técnica.
- As idéias de aplicação dos conteúdos estatísticos haviam sido mostradas, em linhas gerais, nas palestras proferidas no ano anterior (vide anexo 1), sendo que o professor complementou as informações com a apresentação de uma bibliografia adequada sobre o assunto.
- Em meados do mês de abril os alunos deveriam apresentar o segundo relatório do projeto, com as escolhas feitas e as devidas justificativas.

5.2.2.3 – Etapa 3

- No período de um mês após a conclusão do segundo relatório os grupos deveriam, para cada um dos cinco papéis (ações) selecionados, realizar ao menos quatro regressões econométricas (linear, logarítmica etc.) para obter a formulação matemática necessária ao exercício de opções de compra e venda.
- Para cada regressão os alunos deveriam calcular as estatísticas de avaliação R^2 e F.
- As regressões deveriam ser realizadas com auxílio do programa Excel.
- Para cada papel, deveria ser escolhida a melhor regressão, com base nas estatísticas de avaliação calculadas.
- As regressões deveriam ser realizadas com base nos históricos das ações levantados na primeira etapa do projeto.
- O relatório desta etapa deveria ser entregue em meados do mês de maio, contendo inclusive um resumo dos resultados obtidos.

5.2.2.4 – Etapa 4

- A partir da entrega do terceiro relatório, os grupos ficariam liberados para fazer as aplicações nos cinco papéis selecionados. Os grupos deveriam aplicar R$100.000,00 em cada papel, deixando disponível R$500.000,00 em conta corrente para movimentação posterior.
- Essas aplicações deveriam ser feitas de maneira virtual, mediante um mecanismo disponível, sem custo, no *site* do *infomoney*.
- A partir do mês de junho, os grupos ficariam liberados para realizar operações de compra e venda dos papéis adquiridos, observando sempre uma justificativa para cada operação, de preferência baseada nas regressões econométricas.
- Até o último dia do mês de agosto, todas as aplicações deveriam ser encerradas, ou seja, nessa data os grupos deveriam obter uma posição

consolidada do investimento, retornando o saldo remanescente para a conta corrente para contabilização.

- O relatório dessa etapa deveria ser entregue em meados do mês de setembro.

5.2.2.5 – Etapa 5

- Entre o final do mês de setembro e a primeira quinzena de outubro, seria feito o fechamento do projeto, com a discussão, o debate, a troca de experiências entre professor e alunos.
- Nessa etapa, o professor deveria propor as reflexões cabíveis aos objetivos do projeto, bem como discutir com os alunos as dificuldades, os pontos positivos e negativos das atividades realizadas, as críticas e sugestões para as futuras realizações.

5.2.3 – Execução e Análise

De maneira geral, a execução ocorreu basicamente conforme o que foi planejado. As aulas foram importantes para dirimir dúvidas e esclarecer alguns pormenores do relatório, bem como eram usadas para os encontros entre os membros dos grupos, e trabalhos nos computadores do laboratório.

O trabalho cooperativo dos membros dos grupos foi se aprimorando ao longo da execução do projeto, e dentro dos grupos despontaram líderes que assumiam maior controle sobre as tarefas a serem realizadas.

Nem todas as lideranças que surgiram foram positivas. Houve o caso de um grupo cujo líder quis fazer todo o trabalho por si só, o que desagregou o grupo, provocando a separação dos alunos em dois grupos menores.

Houve casos de grupos que pediram para conter mais de cinco participantes, o que foi aprovado pelo professor e pelos colegas, assim como houve casos de grupos formados com quatro participantes.

Alguns grupos demonstraram dificuldade na redação dos relatórios, evidenciando um despreparo para esse tipo de tarefa.

A grande maioria das dúvidas era sanada dentro do próprio grupo ou com os colegas dos demais grupos, sendo raro a necessidade de intervenção do professor, que fazia mais esclarecimentos gerais relembrando as datas acordadas e os objetivos de cada etapa do projeto.

Ao todo, 36 alunos participaram do projeto no ano de 2006, sendo divididos inicialmente em 8 grupos e, posteriormente, em 9 (iremos identificar esses grupos como grupos I, II, III, ..., IX).

Quanto ao número de alunos, os grupos ficaram assim divididos:

Grupo I: 4 alunos; Grupo II: 5 alunos; Grupo III: 4 alunos; Grupo IV: 5 alunos; Grupo V: 6 alunos; Grupo VI: 3 alunos; Grupo VII: 5 alunos; Grupo VIII: 2 alunos; Grupo IX: 2 alunos (o grupo VIII tinha originalmente 4 alunos e acabou se dividindo em dois grupos, identificados como VIII e IX).

Nem todos os grupos escolheram dez empresas na primeira etapa. Um grupo que tinha mais de cinco alunos optou por pesquisar mais de dez empresas e alguns grupos com menos de cinco alunos preferiram pesquisar menos de dez empresas, o que não foi considerado problema pelo professor ou pelos colegas.

Ao longo da execução do projeto, vários alunos foram ouvidos em entrevistas individuais, não estruturadas, e os depoimentos mais relevantes serão reproduzidos aqui.

O retorno que os alunos proveram ao projeto foi bastante positivo. Poucas críticas foram realizadas ao longo do período de execução e foram observados diversos comentários positivos às atividades realizadas, o que será detalhado a seguir.

- **5.2.3.1 – Etapa 1**

Todos os grupos entregaram o primeiro relatório contendo as empresas selecionadas para uma análise prévia sobre suas ações. Foram observadas 38 empresas diferentes. A seguir apresentamos uma lista dessas empresas e as freqüências com que foram citadas nos relatórios.

Tabela 5.3 – Empresas selecionadas na Etapa 1 do projeto

Empresas	Freqüência	Empresas	Freqüência
ITAU	8	GOL	2
CVRD[49]	7	LOJAS AMERICANAS	2
AMBEV	7	COMGAS	1
PETROBRAS	5	NET	1
GERDAU	5	UNIBANCO	1
SADIA	5	ACESITA	1
EMPRAER	4	SOUZA CRUZ	1
USIMINAS	4	SABESP	1
BRADESCO	4	GRADIENTE	1
TELEMAR	4	ELETROBRAS	1
EMBRATEL	3	BANESPA	1
NATURA	3	CCR[14]	1
KLABIN	2	ARCELOR	1
IPIRANGA	2	PERDIGÃO	1
CSN[14]	2	AES TIETÊ	1
VCP[14]	2	LIGHT	1
ELETROPAULO	2	BRASKEM	1
CEMIG	2	TIM	1
TAM	2	TELESP CEL	1

Poucos grupos fizeram pesquisas mais detalhadas sobre as empresas. A maioria dos relatórios continha apenas as informações das empresas fornecidas pelo site

[49] Siglas: CVRD – Companhia Vale do Rio Doce; CSN – Companhia Siderúrgica Nacional; VCP – Votorantin Celulose e Papel; CCR – Companhia de Concessões Rodoviárias.

infomoney. Dos oito relatórios, destacamos apenas três com pesquisas feitas nos sites das próprias empresas, bem como no site da BOVESPA.

Notamos também nesses relatórios uma dificuldade em resumir as informações importantes. Os relatórios continham grande número de páginas com as tabelas de histórico de preços das ações. Essas informações poderiam ter sido resumidas em uma tabela só, com a utilização de fontes pequenas, o que reduziria o seu tamanho. Isso também evidenciou pouca familiaridade com o programa Excel, mas acreditamos que o principal a ser destacado foi a dificuldade em redigir o relatório, evidenciando pouca familiaridade com esse tipo de atividade, bem como excesso de informações copiadas, sem análises feitas pelos próprios alunos, ou seja, ao invés de fazerem suas próprias análises, os alunos preferiram copiar as análises feitas por outros autores. Isso talvez indique uma dificuldade ou os alunos tendem a evitar emitir opiniões próprias, talvez por não serem cotidianamente incentivados a fazer isso.

Outro ponto a se destacar nos relatórios apresentados foi a ausência de fontes de informação, ou seja, os alunos não se achavam na obrigação de citar as fontes de onde obtiveram as informações.

Todos os alunos se mostraram bastante motivados e estavam ansiosos por começar a investir no mercado de capitais.

Dentre as empresas selecionadas pelos grupos, não houve surpresas. As empresas mais selecionadas são as que compõem o grupo das chamadas *blue chips*[50], que são papéis que normalmente estão mais em evidência. Como os alunos não têm grande vivência no mercado de ações, já era esperado que não optassem por empresas de 2ª ou 3ª linha.

Entretanto, podemos levantar um questionamento aqui sobre os critérios que levaram os alunos a selecionar essas empresas. Chamou-nos atenção, por exemplo, a empresa AMBEV, no grupo das mais citadas. Essa empresa é fabricante de bebidas alcoólicas. Mesmo sendo um negócio legal, será que os alunos que a citaram têm consciência sobre esse fato e sobre o que significa investir nessa empresa?

---

[50] As *blue chips* são também conhecidas como ações de 1ª linha. São ações de empresas de grande porte e que possuem elevada liquidez e grande volume de negócios. Não existe uma lista oficial dessas empresas, o mercado é que determina quem são elas. O termo *blue chips* é originalmente utilizado no jogo de pôquer, e refere-se às fichas mais valiosas.

Outra empresa que nos chamou atenção foi a SOUZA CRUZ, fabricante de cigarros, sabidamente um produto que causa danos à saúde das pessoas. Aqui também cabe o mesmo questionamento, ou seja, será que os alunos não se preocuparam em refletir sobre o ramo de atividade das empresas escolhidas?

Nesse ponto do projeto, achamos que seria precipitado propor um debate sobre esse assunto e deixamos para um momento posterior a realização de uma reflexão juntamente com os alunos sobre esse aspecto.

Não foram trabalhados conteúdos estatísticos nessa primeira etapa do projeto.

- **5.2.3.2 – Etapa 2**

Nessa etapa os alunos deveriam escolher, entre as dez empresas selecionadas, cinco empresas para investir. Essa escolha deveria ser baseada em critérios de avaliação dos ativos. Todos os grupos calcularam o risco, o retorno e o beta. Foi pedido para que os relatórios contivessem a definição desses critérios de avaliação e, novamente, foi observado a falta de indicação das fontes de informação nos relatórios (mas com menos freqüência que na etapa anterior), sendo que a maioria dos trabalhos utilizou as informações do site *infomoney*, meramente copiando e colando os textos, sem sequer citar a fonte.

Embora já estivessem à essa altura familiarizados com o trabalho com a planilha eletrônica, muitos grupos tiveram dificuldade principalmente no cálculo do beta. O professor se prontificou a analisar previamente os cálculos do beta antes da confecção dos relatórios, para apontar eventuais incorreções a tempo de se fazer os devidos ajustes. Foram encontrados alguns erros nos cálculos provenientes de uso indevido das funções da planilha eletrônica. Com pouca familiaridade com o tema, os alunos não se davam conta de que valores muito descolados dos esperados poderiam evidenciar algum erro de cálculo. O Grupo VII, por exemplo, calculou o beta para suas dez ações, encontrando para todas um valor maior que 1,0. Sete dos dez papéis apresentaram beta maior que 2,0, o que é muito pouco provável de ocorrer. A correção dos cálculos não pôde ser feita antes da entrega do relatório pois os alunos desse grupo não evidenciaram suas dificuldades.

Como foi pedido para que os alunos obtivessem mais um critério de avaliação dos ativos (além do risco, do retorno e do beta), observamos nos relatórios a presença dos seguintes indicadores[51]:

- *Dividend Yeld* (DY): é o valor distribuído aos acionistas, em moeda corrente, na proporção da quantidade de ações possuídas. Representa o resultado dos lucros obtidos no exercício corrente ou em exercícios passados. É dado por uma taxa porcentual obtida pela divisão do valor dos dividendos distribuídos por ação pelo preço da ação. Esse índice pode ser utilizado para análise de rentabilidade esperada de uma ação.

$$DY = \frac{\text{dividendos por ação}}{\text{preço por ação}} \times 100$$

- Liquidez Corrente (LC): é um indicador usado na análise financeira, que determina o quanto a empresa tem a receber no curto prazo em relação a cada unidade monetária que deve pagar no mesmo período. A determinação exata de um índice aceitável depende do setor no qual a empresa atua. Quanto mais previsíveis forem os fluxos de caixa de uma empresa, menor será o índice de liquidez corrente exigido. Esse indicador é calculado como sendo o quociente entre o ativo circulante e o passivo circulante da empresa.

$$LC = \frac{\text{ativo circulante}}{\text{passivo circulante}}$$

- Lucro por Ação (LPA): esse índice representa o número de unidades monetárias de lucro obtido pelos acionistas num certo período para cada ação.

$$LPA = \frac{\text{lucro disponível para os acionistas}}{\text{número de ações}}$$

- Relação entre Preço e Lucro (P/L): esse índice é uma média do preço diário da ação (P) dividido pelo LPA. Representa o número de anos

[51] Para maiores detalhes sobre esses indicadores, sugerimos consulta a Gitman (2004).

que se levaria para reaver o capital aplicado na compra de uma ação, por meio do recebimento do lucro gerado pela empresa, por isso esse índice reflete o montante que os investidores estão dispostos a pagar por uma unidade monetária de lucro. Considerando-se *n* valores de fechamento do ativo, temos:

$$P/L = \frac{\sum P/_{LPA}}{n}$$

- *Payout Ratio*: é a porcentagem de lucro obtido por uma empresa que é distribuída na forma de dividendos aos acionistas.

Analisando os relatórios apresentados pelos n ove grupos, observamos que quatro deles adotaram mais de um dos indicadores de análise apresentados acima e três grupos (G VII, G VIII e G IX) não utilizaram nenhum deles, ou seja, trabalharam apenas com as informações do retorno, risco e beta.

Nessa etapa já ocorrera a divisão do Grupo VIII em dois grupos com dois participantes cada e evidenciou-se a dificuldade de seus componentes em cumprir as metas do relatório. O motivo da divisão do grupo foi claramente explicado pela aluna Denise:

> A Juliana não fez nada na Etapa 1 e não vinha fazendo nada nessa etapa 2 também. Na etapa 1 nós atrasamos a entrega do relatório porque ela não havia feito a sua parte. O Sandro não aparece na aula e não contribui com nada no trabalho do grupo. Se é para eu e a Eva fazermos tudo, então preferimos ter um grupo só nosso e não vamos ficar trabalhando para dar créditos depois aos outros.

A falta de união, de espírito de equipe e de responsabilidade para a execução das tarefas propostas causou a divisão do grupo. Só que essa divisão não beneficiou nenhuma das partes. Pelo contrário, notamos uma maior desmotivação entre esses alunos, que não conseguiram se recuperar até o final do projeto, sempre atrasando a entrega dos relatórios, não cumprindo as exigências de cada etapa e apresentando recorrência de dúvidas e dificuldades que os alunos não se preocupavam em sanar.

O destaque desta etapa foi o grupo VI, que com três participantes apenas, pesquisou 16 empresas, avaliando o risco, o retorno, o beta, o DY, a LC e ainda fez análises gráficas de média móvel e de tendência linear. O aluno Rafael explicou o que levou o grupo a assumir os trabalhos:

> Gostamos do tema e nos interessamos muito em aprender a analisar o mercado de capitais. Como todos do grupo tinham essa mesma idéia decidimos trabalhar com mais empresas para poder aprender mais sobre o comportamento de suas ações. Também decidimos incluir mais critérios de avaliação dos papéis e todos se empenharam bastante. Buscamos superar os objetivos da etapa e gostamos do resultado.

Ainda sobre esse grupo, seus três participantes são alunos de dependência (reprovados no ano anterior) nessa disciplina, ou seja, são alunos que apresentaram muitas dificuldades no ano anterior e que não conseguiram superá-las de forma a serem aprovados. Com garra e motivação, além da vontade de superação, esse grupo contava ainda com mais tempo disponível, pois seus integrantes não cursavam todas as disciplinas. Esses fatores foram decisivos para o sucesso do grupo até essa etapa.

Alguns grupos, como o G I, demonstraram dificuldades de análise dos índices de avaliação das ações. Ingenuamente, eles classificaram os índices em ordem decrescente e acabaram dando destaque a uma ação que tinha o maior risco dentre todas, como se isso fosse um fator positivo para se investir nesse papel.

Ao serem indagados pelo professor sobre os critérios usados para a seleção das empresas, a aluna Priscila afirmou:

> O grupo não soube selecionar os melhores ativos pelo conjunto dos índices calculados. Erramos na análise e, com isso, fizemos uma má escolha de alguns ativos.

Nessa etapa já tivemos o trabalho com grandezas estatísticas aplicadas à análise das ações, tais como a média aritmética, o desvio padrão, a variância e a co-variância, além dos índices que alguns grupos calcularam. O aluno João Paulo comentou suas impressões sobre os cálculos estatísticos:

> Eu não me lembro de ter visto uma utilidade prática para o desvio padrão antes de fazer esse trabalho. Eu não tinha noção do que realmente essa grandeza media e qual a sua importância. O uso do Excel facilitou muito os cálculos. Não seria possível, só usando a calculadora, calcular tantas coisas com mais de 200 dados.

À luz do nosso quadro teórico, vamos tecer algumas observações. O trabalho em grupo, preconizado pela modelagem matemática (BIEMBENGUT & HEIN, 2003), configurou-se como um fator integrador dos alunos com os objetivos da etapa. Nem todos os grupos foram bem sucedidos, mas a avaliação geral é de que houve um crescimento no potencial de desenvolvimento dos alunos, evidenciado pela evolução na qualidade dos relatórios das etapas 1 e 2. Ainda dentro das propostas da modelagem, o fato de não entregarmos os conteúdos prontos para os alunos e fazê-los pesquisar sobre eles, mostrou-se positivo para que os estudantes, em sua maioria, conseguissem atingir os objetivos da etapa.

Sobre as capacidades de literacia, raciocínio e pensamento estatístico, percebemos um favorecimento de seu desenvolvimento, na medida em que os alunos trabalharam com dados reais, sempre relacionados ao contexto em que estão inseridos, interpretaram os resultados na medida em que tiveram que usá-los para escolher as melhores ações e justificar essa escolha e, com o trabalho em grupo, favorecemos o debate e a discussão de idéias entre os alunos. Essas ações estão previstas como facilitadoras do desenvolvimento das três capacidades, conforme mostramos em nosso quadro teórico[52], baseado nas idéias de Chance (2002), delMas (2001 e 2002), Garfield (2002), Rumsey (2002) e outros. Discorreremos mais sobre o desenvolvimento individual de cada capacidade ao final das próximas etapas, depois de vencidas outras metas do projeto.

- **5.2.3.3 – Etapa 3**

Nessa etapa, já selecionadas as empresas nas quais os grupos iriam investir, os alunos devem fazer as regressões econométricas do valor de cada ação em função do tempo. Deve ser feita mais de uma regressão para cada ação e, por meio das estatísticas

[52] capítulo 2, pp. 54 e 55

de avaliação, os alunos devem escolher as melhores formas funcionais para as empresas selecionadas.

Os grupos, em geral, fizeram 4 regressões para cada ação e procederam à escolha da melhor forma funcional mediante a comparação das estatísticas de avaliação R^2 e F. As regressões foram feitas com auxílio da planilha eletrônica Excel, a qual os alunos já tinham familiaridade, pois vinham trabalhando com essa função nas aulas de Estatística Econômica.

As ocorrências mais relevantes foram:

a) o grupo I atrasou a confecção do relatório e pediu para fazer apenas duas regressões ao invés de quatro;

b) o grupo VII não calculou as estatísticas de avaliação e não justificou, apenas escolheu a forma linear para todos os ativos;

c) o grupo IX não calculou corretamente os parâmetros, não usou corretamente a planilha eletrônica e apresentou resultados errados, evidenciando que realmente não estava se dedicando ao trabalho antes da separação do grupo e demonstrando pouca habilidade para contornar a situação difícil em que estava.

Uma outra ocorrência que merece destaque se passou com o grupo II. A regressão do ativo BRADESCO PN pelo modelo recíproco II tinha R^2 de 0,901 e pelo modelo linear, 0,895. O grupo optou pela regressão linear. Questionado sobre por que fez essa opção, o aluno Sérgio ponderou:

> Os resultados do R^2 e do F estavam muito próximos. Como não havia uma diferença significativa, optamos pelo modelo linear, baseado no critério de simplicidade.

Essa ocorrência evidencia que o aluno (e seu grupo) interpretou os resultados e não apenas seguiu uma regra de seleção. Baseado em sua (correta) interpretação, tomou uma decisão firme e soube justificá-la quando perguntado. Eles fugiram das conjecturas de Verdadeiro ou Falso e confiaram na qualidade de seu raciocínio, demonstraram conhecimento e consciência sobre os dados em seu contexto e ainda demonstraram habilidade em comunicar suas escolhas. Isso mostra também a capacidade de ir além do

que é ensinado, explicitando que o que os cálculos dizem sobre o problema pode e deve ser complementado com uma interpretação consciente sobre seus significados. Dessa forma, vemos, nesse episódio, um pouco do raciocínio, da literacia e do pensamento estatístico sendo desenvolvidos nos estudantes.

Vale a pena citar que o grupo III teve uma situação bastante semelhante. Ao fazer a regressão sobre o ativo AES TIETE PN, obteve R^2 = 0,903 para a regressão linear e 0,918 para a regressão Semilogarítimica I. Para esse ativo, o grupo optou pela regressão Semilog, justificando a escolha pelo maior valor da estatística R^2. Evidentemente o grupo não errou, apenas procedeu conforme manda o livro, ou seja, abriu mão de fazer uma interpretação mais ousada dos resultados e preferiu reproduzir o que lhe fora ensinado pelos manuais.

Essa etapa 3 demonstrou uma grande defasagem entre o grupo IX e o grupo VII em relação aos demais. O grupo IX já foi abordado, mas o grupo VII merece uma reflexão. Trata-se de um grupo com 5 alunos, todos em regime de dependência. Reuniram-se, pois já se conheciam do ano anterior e não tinham familiaridade com o restante da classe. Uma de seus membros ficou grávida em meados do primeiro semestre do ano de 2006, o que comprometeu seu engajamento nas atividades. Outro integrante do grupo teve de se afastar das aulas por compromissos profissionais. Os demais alunos não tinham grande afinidade com a disciplina e não demonstravam muito empenho nas atividades, o que poderia comprometer o aproveitamento deles no projeto.

- **5.2.3.4 – Etapa 4**

Nessa etapa os grupos deveriam efetuar as negociações de compra e venda das ações no mercado virtual. Inicialmente, deveriam adquirir R$100.000,00 de cada ativo e salvar a mesma quantia em uma conta de depósito para compras futuras. As decisões de compra e de venda deveriam ser baseadas nos valores de mercado comparados com os valores preconizados nas regressões já realizadas. Ocorre que na época das negociações, as regressões já haviam ficado defasadas, pois tinham sido feitas com base em um histórico dos preços das ações que ficara no mínimo 1 mês atrás das datas de compra e de venda. Sendo assim, os grupos deveriam tomar a decisão de atualizar as regressões antes de efetuar as negociações, o que não foi feito por todos eles.

No final do período estipulado, os grupos deveriam vender todos os ativos e direcionar os recursos para a conta de depósitos, com o objetivo de se contabilizar os lucros ou prejuízos. As operações de compra e venda deveriam ser notificadas em um extrato ou balanço de acompanhamento.

Antes de analisar o desempenho dos grupos, devemos fazer algumas conjecturas sobre o comportamento do mercado de capitais ao longo do período em que os alunos fizeram os investimentos.

No início dessa etapa, ou seja, na época em que os alunos efetuaram a compra das ações, o Ibovespa estava em cerca de 40.000 pontos. No final da etapa, quando os alunos tiveram de vender os papéis, esse índice marcava cerca de 37.000 pontos, o que demonstra uma desvalorização de 7,5%. Várias causas podem ser apontadas para essa desvalorização. Vamos citar algumas:

a) Alta dos juros nos Estados Unidos – preocupações com a alta da inflação norte-americana fizeram com que o Banco Central dos Estados Unidos (FED) tomasse a decisão de aumentar os juros do mercado, o que provoca fuga de capitais dos países emergentes para o mercado americano, que é considerado de baixíssimo risco.

b) Crise de abastecimento de gás – o governo boliviano passou a exigir uma renegociação dos contratos de fornecimento de gás para o Brasil, adotando uma postura bastante rígida e ameaçando interromper o fornecimento de gás natural, que é importante principalmente para as indústrias de São Paulo.

c) Ataques criminosos em São Paulo – a capital do estado sofreu nessa época uma crise de segurança provocada por uma facção criminosa que age nos presídios paulistas e que realizou ataques principalmente a ônibus e a delegacias de polícia. Assim, disseminou-se o medo na população, colocando em crise o sistema de segurança do país.

d) Eleições presidenciais – a proximidade das eleições presidenciais no Brasil é sempre uma época de grandes especulações, denúncias e ataques ao governo,

causando instabilidade nos mercados devido à insegurança sobre a continuidade da política econômica e sobre a gestão da política monetária.

Outros fatores podem ter afetado o desempenho do mercado, tais como a crise da Companhia Varig ou a Copa do Mundo de Futebol. Devido a esses e outros fatores, alguns favoráveis e outros adversos, essa época foi de grande volatilidade no mercado de capitais e de muitas especulações, que ora causavam euforia e ora causavam depressão nos ânimos dos investidores. Não é de se estranhar que muitos tenham tido prejuízos no mercado de ações durante esse período.

Vamos a seguir analisar individualmente o desempenho de cada grupo:

Grupo I: Fez investimentos em ações de quatro companhias. Atualizou suas regressões e obteve lucro com ações da Petrobrás e Net, mas contabilizou prejuízos com as ações da Comgás e Embraer. O grupo organizou bem o extrato de movimentações, fundamentou suas negociações com base nas regressões e apresentou como resultado global um lucro de R$4.100,00 no período. A aluna Gisele explicou o bom desempenho:

> O site *infomoney* apresenta muitas informações relevantes, e considerando ainda os valores calculados pelas regressões, conseguimos fazer boas negociações e no final tivemos lucro. Apesar do desempenho negativo da Comgás, o ativo Net teve excelente performance, talvez devido à Copa do Mundo, que influencia diretamente esse setor.

As regressões bem feitas e atualizadas auxiliaram o grupo a tomar decisões corretas de compra e venda. Aparentemente sem muito esforço, o grupo conseguiu bons resultados.

Grupo II: Aplicou os recursos em ações de cinco companhias. Atualizou suas regressões e obteve lucro com as ações de Bradesco, Sadia e Tam, mas teve prejuízos com as ações de Vale e Ambev. O grupo teve sua performance prejudicada com uma mudança ocorrida na negociação das ações da Vale, que dividiu seus papéis por 2, ou seja, quem tinha 100 ações da companhia passou a ter 200, em contrapartida o preço de cada ação também ficou dividido por 2: antes da mudança, o papel valia cerca de R$80,00 e seu preço passou a R$40,00. Isso é comum de ocorrer no mercado de capitais, mas o *site* de

negociações virtuais i*nfomoney* não contabilizou a mudança na quantidade de papéis, apenas dividiu o preço por 2, causando confusão na análise de desempenho do grupo. Esse grupo apresentou em seu relatório gráficos com o preço de fechamento das ações em função do tempo, indicando as posições em que efetuou as compras e as vendas. Trata-se de um gráfico bastante elucidativo, pois apenas visualizando a posição das compras e das vendas já se pode saber se as negociações daquele ativo resultaram em lucro ou em prejuízo. Perguntado por que o grupo atualizou as regressões, o aluno José Orlando fez o seguinte comentário:

> Se nos baseássemos em uma regressão não atualizada, com duas ou três semanas de diferença entre a primeira aquisição e as seguintes negociações, os dados como referência que obteríamos seriam um pouco fora da realidade dos preços negociados na Bolsa de Valores. Sendo assim, ao fazermos um gráfico comparativo notamos que as variações dos valores de cada ação na regressão não atualizada estavam mais altas que as variações dos valores negociados na Bolsa. Dessa forma, ao analisarmos o gráfico comparativo, surgiram disparidades dos valores das ações.

O grupo foi bastante dedicado e apresentou um relatório bem detalhado. A idéia do gráfico foi muito boa e, apesar do problema com as ações da Vale, o grupo conseguiu fazer um balanço correto e apresentou o melhor resultado: lucro de R$4.300,00.

Grupo III: Os recursos desse grupo foram aplicados em ações de quatro companhias. O grupo obteve lucro com as ações da Tam, mas contabilizou prejuízos com as ações da AES Tietê, Telemar e CSN. O resultado global foi um prejuízo de R$3.480,00. O grupo não fez a atualização das regressões e, nos seus cálculos, encontrou valores de mercado muito distantes dos valores previstos pelas equações. Perguntada sobre os motivos que levaram o grupo a ter prejuízo, a aluna Carina fez o seguinte comentário:

> Um ponto forte que justifica nosso resultado negativo foi o uso das regressões. No caso da Telemar, os analistas de mercado aconselhavam a manutenção da carteira, porém através das regressões e dos valores estimados, os cálculos indicavam compra forte, com isso comprávamos cada vez mais papéis deste ativo que estava em queda. Talvez tenha sido esse o motivo pelo resultado

> negativo. Aprendemos que não podemos tomar decisões no mercado financeiro apenas baseados em dados teóricos ou estimados. Devemos analisar todos os setores da empresa em que estamos investindo e levar em consideração todas as suas mudanças internas, pois isso irá refletir positiva ou negativamente no valor de suas ações.

O depoimento revela que o grupo não refletiu sobre o porquê da diferença entre o valor estimado pela equação e o valor de mercado, achando que a regressão revelava valores errados, fora da realidade. O grupo não percebeu a necessidade de atualização dos dados para efetuar novas regressões.

Grupo IV: Aplicou seus recursos em ações de cinco companhias. Obteve lucro com as ações de Itaú e Sabesp, mas contabilizou prejuízos com as ações de Ambev, Tim e Vale. O relatório do grupo revelou análises erradas nos balanços e interpretações erradas dos valores indicados nas regressões (em alguns casos, os cálculos das regressões indicavam compra, e o grupo vendeu). Também teve dificuldades com a contabilização dos negócios com as ações da Vale devido aos mesmos motivos já descritos para o Grupo II. Esse grupo atualizou as regressões e finalizou as transações com um prejuízo global de R$67.720,00, sendo que mais de 40 mil foram devidos à Vale. Perguntada sobre as negociações indevidas feitas pelo grupo, a aluna Vanessa relatou:

> As dificuldades ocorreram a partir da segunda etapa do trabalho, onde tivemos dúvidas na execução dos cálculos e se eles estavam corretos. Houve desentendimento entre os integrantes do grupo, por falta de comunicação e por falta de comum acordo entre as partes. Depois, com o desenvolvimento do trabalho, conseguimos melhorar o diálogo. Na data da venda das ações ocorreu algum tipo de problema técnico na página do *infomoney*, pois tivemos muita dificuldade de acesso, lentidão na navegação e dificuldade em inserir os valores das ações, que acabaram não sendo computados corretamente. A expectativa do grupo era obter maiores retornos, no entanto, para nossa surpresa, o retorno das ações não foi o esperado, sendo menor que o valor investido.

O grupo não soube corrigir o problema ocorrido na divisão das ações da Vale. Fora isso, as ações da Ambev tiveram péssimo desempenho no período, causando o fraco desempenho da carteira do grupo.

Grupo V: Investiu seus recursos em ações de oito companhias e demonstrou dificuldades em administrar muitos ativos, não apresentando um extrato de movimentações coerente. Apesar de atualizar suas regressões, os valores estimados eram sempre muito maiores que os valores de mercado, evidenciando algum problema nas regressões que não havia sido sanado. O grupo criou uma regra complexa para fazer as aplicações. Primeiro, eles calcularam quanto (em porcentagem) o preço de mercado estava abaixo do preço estimado pela regressão. Recalcularam essa porcentagem considerando a soma delas igual a 100 e obtendo um valor relativo para cada papel. Decidiram que fariam compras de R$20.000,00 e aplicavam o valor relativo calculado sobre esse montante. Dessa forma, eles tinham a intenção de dar maior peso a compras de papéis que estivessem mais atrativos, ou seja, com valor de mercado proporcionalmente mais distante dos valores preditos pelas regressões. Essa estratégia criada pelo grupo, embora complexa, é bastante interessante se for analisada sob o ponto de vista da maximização de lucros. Mas, focado nela, o grupo não atentou para possíveis erros nas regressões que sempre apresentavam valores acima do mercado e não procurou corrigir tais erros. Perguntado sobre os motivos do prejuízo, o aluno Mario explicou:

> A data estabelecida para compra inicial dos ativos não foi benéfica, a bolsa estava em patamares altíssimos de valorização, o que não se via há muito tempo. Entretanto, fatores exógenos impulsionaram a queda da bolsa e, além disso, podemos acrescentar que a carteira foi composta na sua maioria por ativos de maior sensibilidade ao índice da Bovespa, o que não foi favorável para a valorização da nossa carteira.

Questionado sobre os valores obtidos nas regressões, o aluno afirmou:

> Os valores calculados pelas regressões foram bem acima, em comparação aos valores de fechamentos dos ativos no período. Para tentar entender esse comportamento, foi realizado um acompanhamento da evolução dos ativos no período de 29/06 a 11/07/2006, entretanto nenhum dos ativos atingiu o valor esperado dado pelas regressões. Assim, o período seria de compra forte, as ações estavam com os preços bem abaixo dos esperados dados pelas regressões. Mas, por precaução, foi discutido e ficou pré-estabelecido pelo grupo que a compra diária de ações seria de R$20.000,00 e o

procedimento para a elaboração da compra foi a confecção de uma planilha com o valor porcentual de cada ação em relação ao valor previsto pela regressão.

Notamos pelos relatos que, embora estivessem alarmados com os resultados comparativos de preço de mercado vs. preço estimado, em momento algum o grupo questionou se o cálculo dos valores estimados pelas equações de regressão não estaria errado. No gráfico abaixo, fazemos uma montagem com a equação de regressão calculada pelo grupo e os valores reais de mercado do papel Bradesco PN, no período de 29 de junho a 01 de agosto de 2006, para mostrar como a estimativa estava distante dos valores reais.

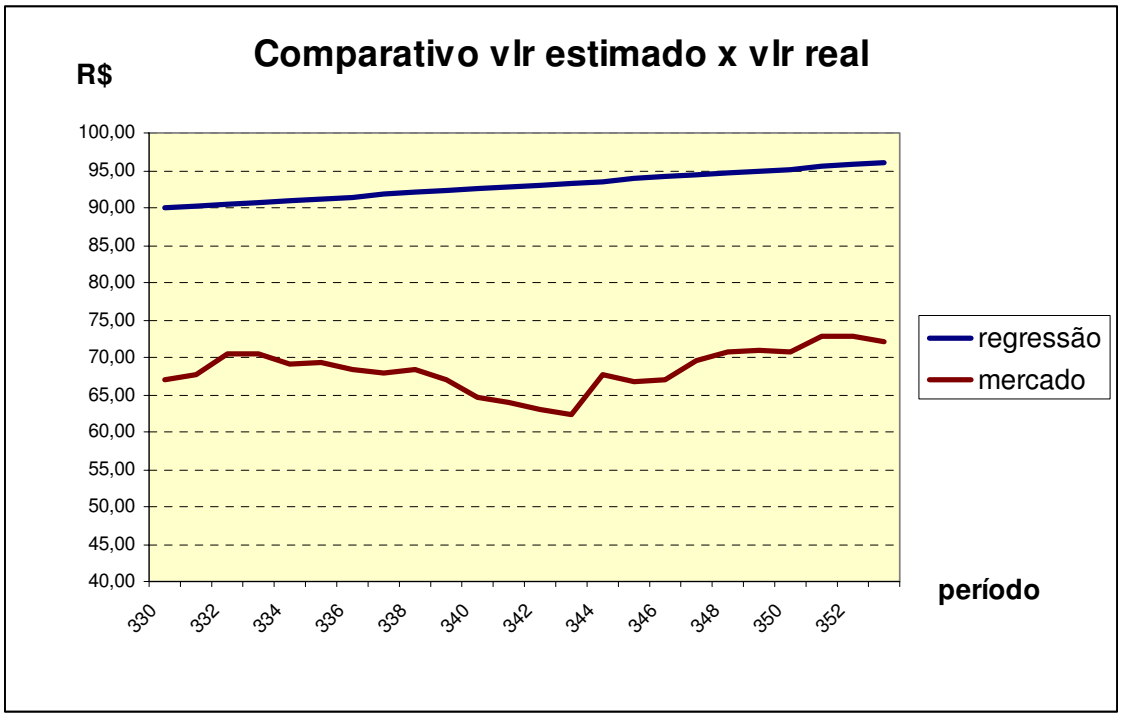


Gráfico 5.9 – Ativo Bradesco PN, 29/06 a 01/08/2006, Grupo V

O que foi mostrado no gráfico acima também ocorreu com os demais ativos nos quais o grupo investiu. No entanto, o grupo não apresentou atitudes de questionamento sobre os resultados e não teve uma visão global do problema para enxergar onde poderia haver distorções.

Grupo VI: Investiu em ações de 5 companhias: Gerdau, Banespa, Lojas Americanas, Itaú e Petrobrás. O grupo não atualizou as regressões e isso causou grande defasagem

entre os valores estimados e os valores reais dos ativos, influenciando as decisões de compra e venda das ações. Somente as ações da Petrobrás geraram lucro, e o grupo contabilizou um prejuízo total de R$84.495,00, sendo que, deste montante, R$81.260,00 foram devidos aos negócios com as ações da Gerdau e das Lojas Americanas, justamente as que apresentaram maior defasagem em relação aos valores estimados pelas regressões. O grupo finalizou sua carteira em 03/07/2006, baseado em uma informação incorreta sobre o fechamento do trabalho. Assim, eles perderam a oportunidade de reverter parte dos prejuízos ao longo dos meses de julho e agosto. O grupo criou uma interessante regra para balizar suas decisões de compra e venda, e reproduzimos abaixo a tabela que foi colocada no relatório:

Tabela 5.4 – Critérios para compra e venda de ações do Grupo VI

Variação % sobre o preço estimado	Ação tomada	Grau	Representatividade financeira em R$
≥ 5%	Vende	Forte 2	100.000,00
4,99 a 4%	Vende	Forte 1	75.000,00
3,99 a 3%	Vende	Médio	50.000,00
2,99 a 2%	Vende	Fraco	25.000,00
1,99 a 1%	Nenhuma	-	0,00
0,99 a -0,99%	Nenhuma	-	0,00
-1 a -1,99%	Nenhuma	-	0,00
-2 a -2,99%	Compra	Fraco	25.000,00
-3 a -3,99%	Compra	Médio	50.000,00
-4 a -4,99%	Compra	Forte 1	75.000,00
≤ -5%	Compra	Forte 2	100.000,00

A tabela aparentemente demonstra uma necessidade de produzir uma regra, ou seja, as decisões de compra e venda passam a depender de um resultado numérico prático, que justificaria qualquer resultado sem que fosse necessário refletir sobre as atitudes ou sobre as decisões e resultados. Perguntado sobre a necessidade da regra, o aluno Willian argumentou:

> Esse critério é meramente exemplificativo, não servindo de base real para as transações financeiras. Além das variações percentuais entre os valores estimados e de fechamento, é necessário conhecimento técnico da situação da empresa e do mercado para se investir com certa segurança. O certo seria criar uma equação de avaliação que ponderaria a diferença porcentual entre o fechamento e o valor estimado, o risco e o retorno médio. Mas não foi o caso nesse trabalho.

Vemos pelo depoimento do aluno que a regra ainda parecia insuficiente e melhor seria se houvesse uma equação envolvendo outras variáveis para tomar as decisões. Em momento algum houve a menção de se fazer uma reflexão sobre os resultados, um questionamento dos valores estimados, uma discussão com o grupo sobre as melhores decisões etc. Perguntados sobre o desempenho do grupo, os alunos justificaram o resultado pelo mau comportamento do mercado, por ter feito a compra num momento de alta e ser obrigado a vender tudo numa época de baixa. O aluno Oswaldo fez o seguinte comentário:

> São muitos os motivos de não termos conseguido um bom resultado com a compra desses ativos. Outros papéis, mesmo com o desaquecimento do mercado, se mostraram menos sensíveis à queda. Porém, de todos os fatores, o primordial para esse resultado foi a compra das ações sem aguardar o momento ideal. Em um investimento real podemos, através de análises diversas, esperar por meses por um momento oportuno para comprar determinadas ações.

O depoimento do aluno revela uma análise elucidativa do mercado. É fato, como já foi comentado, que os alunos entraram no mercado em um momento de alta e saíram em uma época de baixa. Entretanto, essa análise crítica não se voltou para os cálculos feitos pelo grupo, e faltou então uma visão global do problema para dizer que os cálculos não concordavam com a realidade, e que o 'algo errado' poderiam ser as regressões feitas pelo grupo.

Grupo VII: Investiu seus recursos em 5 companhias: Vale, Itaú, Petrobrás, Sadia e Votorantin. Não atualizou suas regressões e teve dificuldades em elaborar um resumo das negociações. O grupo obteve lucro com as ações do Itaú, Sadia e Petrobrás e contabilizou prejuízos com as ações da Vale e da Votorantin. Entretanto, o grupo não

soube compensar os erros causados pelo site *infomoney* em relação às ações da Vale (problema já descrito na análise do grupo II). Assim, o prejuízo de R$37.760,00 informado no relatório não foi real. O aluno Marcelo comentou sobre as dificuldades do grupo:

> O desenvolvimento do trabalho em grupo, em alguns momentos, foi prejudicado pela dificuldade de alguns integrantes reunirem-se para planejamento e divisão de tarefas. A maior dificuldade apresentada pelo grupo foi na parte de elaborar as regressões e para calcular o risco, retorno e beta. Esta é a parte principal do trabalho, exigindo muita atenção. Um erro nessa etapa interfere diretamente na escolha das ações. Na elaboração do trabalho, aprendemos que outros fatores contribuem para um trabalho bem feito: a parte de pesquisa, a elaboração dos relatórios, a participação de cada integrante mostrou ser importante. Se todos esses quesitos tivessem sido cumpridos com mais profissionalismo, o resultado da carteira certamente seria outro.

Em seu depoimento, o aluno se refere a um erro de análise feito pelo grupo ao escolher o papel Votorantin. Os cálculos mostravam para esse ativo um retorno médio negativo, e mesmo assim ele foi escolhido por representar o menor risco, o que foi interpretado como um erro pelo aluno Marcelo. O aluno ainda queixou-se que os demais componentes do grupo não levaram a sério o trabalho. Esse grupo contava inicialmente com 5 componentes, mas uma aluna se afastou por motivo de gravidez e outro aluno desistiu por problemas com o horário de seu emprego. Dos três componentes restantes, o aluno Marcelo assumiu a liderança e foi quem tomou a frente na elaboração dos relatórios e execução das etapas.

Grupo VIII: Investiu seus recursos em ações de 5 companhias: Ambev, Bradesco, Petrobrás, Vale e Telemar. Esse grupo foi dividido após a segunda etapa e ficou com apenas duas componentes. Elas não atualizaram as regressões, não conseguiram fazer um balanço das movimentações. A aluna Denise relatou:

> Tivemos muitas dificuldades nas movimentações com o site *infomoney*. Tivemos também muita dificuldade de relacionamento e, mesmo em dupla, também houve discordância de idéias. Achamos que o tempo para o investimento nas ações foi muito curto e uma

> observação que diríamos ser importante foi que não sabemos atuar no mercado financeiro, pois tivemos um prejuízo muito alto.

A divisão do grupo foi decisiva para o fracasso no desenvolvimento das últimas etapas do trabalho. As duas alunas não conseguiram superar as dificuldades e não se sentiram à vontade para sanar dúvidas com os colegas, o que acabou desmotivando o grupo.

Grupo IX: Não fez um balanço e não apresentou o relatório da etapa 4. Na divisão do grupo VIII, os dois alunos que formaram o grupo IX sentiram-se rejeitados e não foram capazes de cumprir as etapas do projeto.

- **5.2.3.5 – Análise (I)**

De maneira geral, podemos avaliar que os grupos que fizeram a atualização das regressões tiveram maiores chances de obter bons resultados. Mas nos interessa ir mais a fundo na análise dessa etapa 4, observando de que maneira as capacidades estatísticas foram sendo desenvolvidas nessas atividades.

Essa etapa possibilitou o desenvolvimento das capacidades de literacia, raciocínio e pensamento, na medida em que:

a) trabalhou com dados reais, obtidos pelos próprios alunos;
b) relacionou os dados ao contexto em que estão inseridos;
c) demandou a interpretação dos resultados;
d) favoreceu as discussões com o trabalho em grupo;
e) promoveu a validação do modelo adotado.

Embora nem todos os grupos tenham apresentado lucro, muitos tomaram boas decisões com base nos cálculos e nos dados disponíveis, evidenciando o desenvolvimento da literacia estatística. Essa capacidade também se revelou quando os alunos demonstraram conhecimento e consciência sobre os dados em seu contexto. Vemos então que a literacia, conforme apresentada por Rumsey (2002), foi estimulada,

embora alguns grupos não a tenham desenvolvido em sua plenitude. A principal falha nesse ponto foi quando não evidenciaram confiança para mostrar que os conceitos precedem o cálculo. Ao perceberem os resultados das regressões muito distantes dos valores reais, muitos alunos simplesmente julgaram que o mercado estava incoerente e não refletiram sobre o conceito de regressão com base em séries temporais, que não pode ficar muito defasado sob o risco de não refletir a realidade (que foi o que ocorreu). Essa falha também decorre da falta de atitudes de questionamento e de crítica sobre os dados provenientes dos cálculos.

Alguns grupos evidenciaram avanço no pensamento estatístico ao ir além do que foi ensinado (CHANCE, 2002), executando ações tais como:

a) construção de gráficos comparativos;

b) elaboração de regras de decisões;

c) atualização das regressões;

d) análise do comportamento do mercado de maneira global.

Mas, sobre o pensamento estatístico, as falhas mais observadas referem-se à falta de ceticismo sobre os dados. Vimos isso quando alguns grupos não souberam lidar com o problema ocorrido com as ações da Vale. Alguns grupos simplesmente lamentaram que as ações, que num dia custavam R$80,00, no outro passaram a custar R$40,00. Não tiveram a iniciativa de se perguntar o porquê desse comportamento e investigar suas causas. Pelo contrário, alguns grupos aceitaram passivamente esse choque de preços e contabilizaram seus prejuízos.

Quanto ao raciocínio estatístico, conforme apresentado por Garfield (2002), alguns grupos tomavam decisões de compra e venda apenas baseados nos cálculos das regressões, sem analisar a qualidade dos resultados e a adequação das equações e fórmulas. Não questionaram os métodos, mas inventaram regras de decisão para facilitar os julgamentos. Parecia mais fácil julgar o Verdadeiro ou Falso (comprar ou vender) do que refletir sobre os métodos e interpretar de maneira mais profunda os dados.

Dessa forma, avaliamos que a etapa 4, que foi a mais complexa até aqui, representou uma boa oportunidade de desenvolver aspectos importantes das três capacidades envolvidas na aprendizagem da Estatística. Para não perder essa oportunidade, foi feito, numa aula posterior à entrega do último relatório, um debate sobre os resultados alcançados, sobre as estratégias dos grupos e as dificuldades encontradas. Nessa oportunidade, o professor levantou questionamentos sobre os cálculos, sobre as interpretações e as decisões, e os grupos foram se posicionando, assumindo as falhas e refletindo sobre suas ações. As dúvidas dos alunos foram debatidas e sanadas, algumas vezes pelos próprios colegas, que expunham seus pontos de vista e mostravam seus entendimentos sobre as questões mais delicadas. Foi um momento importante para o fechamento da etapa, no qual o professor pôde tornar mais evidente o objetivo de favorecer a vivência dessas capacidades e possibilitar a sua construção e o seu desenvolvimento.

Os alunos se sentiram valorizados e perceberam que suas dúvidas eram bastante pertinentes, e que haviam ocorrido com seus colegas também. Aos poucos, eles foram expondo suas idéias e incertezas, possibilitando uma rica troca de experiências e a ocorrência de um debate construtivo. Dessa forma, a etapa foi encerrada e, de maneira geral, os alunos se mostraram satisfeitos com os resultados e com a maneira pela qual foi conduzido o seu fechamento.

- **5.2.3.6 – Etapa 5**

Essa etapa consistiu no debate, discussão e reflexão sobre os aspectos sociais e políticos envolvidos no projeto. Dividimos essa etapa em duas sessões:

(i) projeção do filme "O Jardineiro Fiel" (resumo no anexo 3), seguido de leitura do texto "*The Constant Gardener*", que está no anexo 4;

(ii) leitura e discussão dos textos "Voto nulo e o anti-inflamatório" (anexo 5) e "Robôs e o mercado de capitais" (anexo 6).

A primeira sessão deu-se em 20 de setembro de 2006. Foi exibido o filme "O Jardineiro Fiel", dirigido pelo brasileiro Fernando Meirelles. Um resumo do filme é apresentado no anexo 3.

A exibição do filme foi feita na própria sala de aula, com auxílio de um projetor multimídia, ligado a um aparelho DVD portátil, trazidos pelo professor. Estavam presentes 32 alunos.

A ligação entre o enredo do filme e o tema do projeto é que o roteiro do filme trata de uma empresa farmacêutica européia que testa novos medicamentos em populações carentes do Quênia, na África. Ávidos por lançar um novo medicamento capaz de curar a tuberculose, os executivos da empresa farmacêutica manipulam os resultados dos testes com o objetivo de obter autorização para lançamento comercial do medicamento. Assim, eles calculam quanto seria o lucro causado pela elevação no preço das ações da empresa farmacêutica no mercado de capitais europeu.

A exibição do filme provocou forte comoção entre os presentes, que se emocionaram com a história e, de certa forma, se identificaram com o tema e os personagens.

Minutos após o término da projeção do filme, os alunos ainda permaneciam em silêncio. A sensação era de que o filme fala por si, e que qualquer palavra sobre o mesmo poderia tirar-lhe ou omitir-lhe alguma característica importante.

Para iniciar um debate sobre o tema do filme e sua ligação com o projeto, o professor entregou aos alunos o texto "*The Constant Gardener*", que está no anexo 4, com alguns comentários sobre o filme. O texto foi lido pelos alunos e, em seguida, prosseguiu-se uma conversa entre professor e alunos e entre alunos e alunos.

Ficou em evidência a indignação dos presentes com a ganância das empresas em procurar o lucro, não importando os meios que procedem para obtê-lo. Foi debatida também a problemática do continente africano, a miséria a que sua população é submetida, a difícil realidade social que é retratada no filme, fazendo-se um paralelo com a população favelada das grandes cidades brasileiras.

O debate ficou mais intenso e acalorado. Os alunos mostraram-se indignados com o descaso da indústria farmacêutica em relação aos efeitos prejudiciais à saúde que alguns remédios provocam. Foi mencionado que, quando alguém compra ações de uma empresa, torna-se sócio dela e, por conseguinte, incentivador de sua atividade, seu

investidor. O professor comentou que alguns grupos investiram, no Projeto, em ações de companhias de tabaco e em ações de companhias produtoras de bebidas alcoólicas também. Esses casos parecem ser os mais evidentes de companhias que pouco ou nada se preocupam se o seu produto faz mal à saúde das pessoas que os consomem. Foi mencionada também, a questão ambiental, os desastres ecológicos causados por certas companhias, principalmente a Petrobrás, e foi discutido se essas empresas realmente têm alguma preocupação com o meio ambiente, o saneamento, a proteção das reservas naturais etc..

O professor mencionou uma notícia recente que dizia que os europeus tinham a intenção de proibir a importação de soja brasileira, pois alegavam que o nosso país desmata extensas áreas de floresta tropical para plantar esse legume. Segundo a notícia, os europeus bradavam: "não compraremos mais soja proveniente de plantações em área de floresta desmatada". O professor perguntou aos alunos quais seriam os reais interesses dos europeus ao fazer esse tipo de argumentação. Estariam os europeus tão preocupados com a devastação da floresta tropical? A resposta geral foi: não! O que os europeus realmente querem é uma justificativa para proibir a importação de soja do Brasil e beneficiar os produtores locais, mesmo à custa de subsídios, vencendo assim uma batalha comercial na qual o Brasil, teoricamente, teria ampla vantagem em termos de produtividade, preço etc.. Ficou evidenciado o 'vale-tudo' da guerra comercial mundial, que não exclui o Brasil.

Os alunos se mostravam revoltados e o professor comentou que é preciso ter cuidado ao ler notícias e interpretar os fatos, analisar os vários aspectos da questão antes de tomar uma posição. E os alunos concordaram que é preciso posicionar-se e tomar consciência da realidade.

O tempo da aula acabou e o debate foi encerrado. Depois de agradecer a atenção de todos, foi encerrada a aula, que durou cerca de 3 horas. Alguns alunos procuraram o professor para agradecer, elogiar a aula. Alguns alunos, ainda em lágrimas, abraçavam-se. Um aluno mencionou que aquele encontro, mais que uma aula, foi uma lição.

Reproduzimos abaixo alguns comentários feitos pelos alunos[53]:

[53] Optamos nessa etapa por não identificar os alunos que proferiram os comentários, pois os mesmos não foram feitos em depoimentos individuais, mas sim num debate coletivo. A referida aula foi gravada em áudio e os comentários foram feitos sem a identificação prévia do aluno para não afetar a espontaneidade dos relatos.

Esse filme nos faz pensar sobre o que o ser humano é capaz de fazer para obter vantagem, dinheiro, status. Coloca a vida de pessoas em risco para ganhar mais dinheiro, não se preocupando com nada ao seu redor, somente o lucro.

Será que os países desenvolvidos ou mesmo os 'senhores do poder' que vivem em países subdesenvolvidos querem que todas as pessoas do mundo tenham uma chance na vida de ser mais estudadas e ter mais acesso às informações? Com certeza não, pois assim sempre serão aclamados e tidos como os heróis do país.

Devemos nos questionar sobre as injustiças cometidas no mundo e nossa contribuição para que esses fatos aconteçam. Acredito que temos uma parcela de culpa nesses episódios, a partir do momento que compramos produtos dessas empresas. Devemos nos policiar em nosso consumo e não incentivar essas empresas comprando seus produtos, pois assim estaríamos prejudicando outras pessoas e também nosso meio ambiente. Não podemos deixar que esses fatos aconteçam com naturalidade em nossas vidas.

Fiquei revoltada quando vi a cena na qual ocorre uma fuga de um ataque de guerrilheiros. Quando o Justin quer levar uma pequena menina negra consigo no avião e é impedido de fazê-lo, percebemos que realmente a vida dessas pessoas não tem valor algum para o restante da sociedade.

A contradição da pobreza e da riqueza mostrada no filme é um momento para reflexão da sociedade em que vivemos, que nos faz pensar se podemos ajudar de uma certa forma ou se, como cidadãos atuantes, também em uma sociedade dita democrática, temos a obrigação de ajudar.

África e Brasil enfrentam a mesma situação, na qual a maioria da população sofre pelas inconseqüências de seus governantes, da classe política e pela economia, sendo que para os africanos ainda há a ação de guerrilheiros, que afeta também a vida dos mais frágeis.

Queria agradecer pela oportunidade de reflexão sobre um problema social tão grave e tão próximo do nosso convívio. Temos que trabalhar para que tal problema seja extinto no futuro.

A segunda sessão deu-se em 27 de setembro de 2006. Com a proximidade das eleições presidenciais e, aproveitando o tema do filme da semana anterior, o professor propôs a leitura do texto "Voto nulo e o anti-inflamatório", que está no anexo 5.

À leitura seguiu-se um debate sobre o tema do artigo. Inicialmente os alunos se mostraram surpresos com a informação de que alguns remédios famosos, presentes no mercado brasileiro há mais de 10 anos, poderiam causar mal à saúde. Muitos comentaram que já haviam tomado tais remédios e nem faziam idéia do risco que estiveram submetidos ao fazer uso desses medicamentos. O fato que estava sendo comentado era que pesquisas que haviam sido divulgadas recentemente revelavam que o uso de certos medicamentos anti-inflamatórios aumentavam o risco de enfarte.

As grandes indagações que os alunos fizeram foram:

— Será que, estando há tanto tempo no mercado, os laboratórios não fizeram testes suficientes para detectar esse aumento de risco de enfarte?

— Podemos entender que os laboratórios sabiam desse risco, esconderam essa informação e lançaram os medicamentos no mercado para obter mais lucros?

Foi observado também que a ficção retratada no filme está muito perto da realidade, no Brasil e em outros países.

O referido texto faz ainda uma ligação desse tema com as eleições, que se realizariam poucos dias após a data desse episódio. A proximidade do processo eleitoral foi lembrada e, oportunamente, foi discutido, com base nesse texto, o problema do voto nulo, da alienação, do descontentamento e desilusão da população com a classe política que governa nosso país.

Episódios recentes de escândalos revelados entre a classe política, especialmente aquele que ficou conhecido como *mensalão*, foram comentados pelos alunos que bradaram por uma resposta nas urnas aos políticos corruptos, já que a justiça brasileira não era capaz de puni-los.

Fechando esse debate, o professor propôs a leitura de mais um texto, intitulado "Robôs e o mercado de capitais", que está no anexo 6.

Esse texto relata a existência no mercado norte-americano de fundos de investimentos geridos por programas de computador. Com base na mesma idéia que deu origem ao projeto, ou seja, no cálculo de grandezas de avaliação das ações como o risco,

o retorno e o beta, pesquisadores desenvolveram um programa computacional que se auto-alimenta com os dados do mercado e que calcula essas grandezas para todos os papéis negociados em bolsa, podendo dessa forma selecionar as melhores opções de investimento. Além disso, o programa faria as regressões, atualizadas todos os dias, para todos os papéis e, dessa forma, seria possível identificar as melhores oportunidades de compra e de venda dos ativos, maximizando os ganhos dos aplicadores. O texto menciona ainda que, numa comparação com os fundos geridos por especialistas, os fundos geridos por robôs[54] levavam vantagem em termos de rentabilidade média acumulada nos últimos anos.

Esse texto relatou fatos que causaram indignação aos alunos, afinal, eles, profissionais que seriam após o término da faculdade, estariam sendo substituídos por programas de computador que supostamente fariam um trabalho mais competente e rentável que os humanos, tendo em vista os resultados obtidos. Os alunos sentiram a dura e difícil realidade que os espera no mercado de trabalho e se questionaram sobre o que poderia ser feito para mudar tal situação.

Reproduzimos abaixo alguns comentários feitos pelos alunos[55]:

> O capitalismo, da forma que foi implantado na sociedade globalizada, tende a acúmulos de renda cada vez maiores, causando péssima distribuição da mesma. As massas de pessoas abaixo da linha de pobreza se acumulam e o destino disso é preocupante.
>
> Será que teremos mais guerras? Não dá para afirmar que sim pois, como sabemos, os ricos capitalistas também têm o domínio do poder bélico...
>
> Acho que só podemos aguardar e torcer para que não inventem uma máquina que nos substitua, embora saibamos que isso é só uma questão de tempo.
>
> Isso é um processo que já ocorreu na indústria, nos bancos e que agora tende a ocorrer em outras áreas. Se os profissionais não se

[54] Na verdade os robôs não existem fisicamente, essa é uma analogia feita pelo texto ao fato de os fundos serem geridos por programas computacionais.
[55] Novamente não estamos identificando os alunos que fizeram os comentários pelos mesmos motivos já citados em nota anterior.

> organizarem para lutar por seus interesses, a tendência é que os empregos fiquem cada vez mais escassos, mais raros.

O debate sobre esse tema foi bastante intenso e, ao final da aula, o professor encerrou as discussões e agradeceu a participação de todos. Os temas dos textos foram realmente motivadores de discussões que provocaram bastante indignação nos alunos e que os despertou para uma realidade difícil, e que não é retratada nos livros que eles normalmente têm como referência em seus estudos.

- **5.2.3.7 – Análise (II)**

Nessa etapa 5, a última do projeto, procuramos estender os temas trabalhados para além da estatística, investigando as interfaces do mercado de capitais com questões ligadas à política, sociedade, economia, saúde etc..

Como vimos nas descrições das duas sessões, foram trabalhados os seguintes temas:

- Social: a miséria da África em comparação com a miséria do Brasil; o descaso com os direitos dos cidadãos africanos que são usados como cobaias sem nem mesmo saber disso.
- Saúde: a venda de remédios com efeitos colaterais graves na África, bem como no Brasil; as péssimas condições de higiene e saneamento nas populações carentes da África, em comparação com o que ocorre nas favelas do Brasil.
- Política: as eleições no Brasil; os escândalos políticos recentes envolvendo principalmente os deputados federais; a conivência dos políticos com os grandes conglomerados industriais; o descaso da classe política com a situação de miséria do povo.
- Economia: o desemprego; a substituição do homem pela máquina; o capitalismo; as grandes corporações e a ganância por lucros cada vez maiores.

Esses temas serviram como fonte de motivação para discussões e debates entre os alunos e com a participação e mediação do professor. Com isso, promovemos a verdadeira inserção crítica do estudante na realidade em que ele vive, escancarando essa realidade para uma melhor compreensão do mundo, desenvolvendo no aluno a consciência de sua participação na sociedade.

Valorizando os aspectos políticos envolvidos nos temas trabalhados, democratizando o ensino, seja com o debate de princípios democráticos como também com a adoção de atitudes democráticas em sala de aula, promovendo a desierarquização entre educandos e educadores, combatendo as posturas alienantes dos alunos, defendendo a ética e a justiça social, promovendo o diálogo, a liberdade individual e a responsabilidade social dos estudantes, estamos executando a verdadeira educação crítica, ao mesmo tempo em que promovemos o desenvolvimento da competência crítica nos alunos e estimulamos a criatividade e a reflexão.

Com esta última etapa, promovemos o engajamento das atividades propostas nesse projeto com os aspectos políticos, econômicos e sociais que circundam a vida dos estudantes, utilizando nesse contexto a idéia de extrapolar os próprios objetivos da Estatística e valorizar a interdisciplinaridade, a habilidade de enxergar o problema estatístico de maneira global, com suas interações e seus porquês, entendendo suas diversas relações com o mundo, explorando temas que vão além do que os dados e os textos prescrevem, para possibilitar a discussão de idéias e posicionamentos que não haviam sido previstos *a priori*.

Por conseguinte, a Educação Estatística Crítica que propusemos nessa pesquisa foi trabalhada nesse projeto, à medida em que pudemos observar nele os seus princípios básicos, quais sejam:

- Contextualizar os dados de um problema estatístico, preferencialmente utilizando dados reais.
- Incentivar a interpretação e análise dos resultados obtidos.
- Socializar o tema, ou seja, inseri-lo num contexto político/social e promover debates sobre as questões levantadas.

Além disso, em consonância com os autores que nos serviram de referência para os aspectos relacionados à Educação Crítica, podemos observar, nesse projeto, as seguintes características:

- Problematização do ensino (FREIRE, 1970 e GIROUX, 1997), trabalhando a Estatística por meio de projetos (SKOVSMOSE, 2004), utilizando os princípios da modelagem matemática.
- Permissão aos alunos para trabalharem individualmente ou em grupos (GIROUX, 1997).
- Utilização de exemplos reais, trabalho com dados reais, sempre contextualizados, dentro de uma situação condizente com a realidade do aluno.
- Favorecimento e incentivo do debate e do diálogo entre os alunos e com o professor (FREIRE, 1983, GIROUX, 1997 e ALRØ e SKOVSMOSE, 2006).
- Desierarquização do ambiente de sala de aula; adoção de uma postura democrática de trabalho pedagógico; delegação de responsabilidades aos alunos, atendendo ao argumento pedagógico de Skovsmose (2004) e à valorização da democracia dentro da sala de aula, conforme Giroux (1997).
- Incentivo aos alunos para a análise e interpretação dos resultados, além da valorização da escrita nos relatórios. Dar voz ao estudante (GIROUX, 1997).
- Tematização do ensino com o estímulo a atividades que possibilitaram o debate de questões sociais e políticas adjacentes ao conteúdo, relacionadas ao contexto real de vida dos alunos, atendendo ao argumento social de democratização do ensino (SKOVSMOSE, 2004).
- Valorização da capacidade crítica dos alunos, com a cobrança de posicionamento deles perante os questionamentos levantados nos

debates, compartilhando com a classe suas justificativas e conclusões, evidenciando novamente o argumento social de Skovsmose (2004).

- Preparação do aluno para interpretar o mundo, praticar o discurso da responsabilidade social e a linguagem crítica, incentivar a liberdade individual e a justiça social, engajamento numa missão maior de aperfeiçoar a sociedade em que vive contra a cultura dominante (GIROUX, 1997).
- Utilização de bases tecnológicas no ensino, valorização e desenvolvimento de competências de caráter instrumental para o aluno que vive numa sociedade eminentemente tecnológica (SKOVSMOSE, 2004).
- Valorização do conhecimento reflexivo em conjunto com o conhecimento tecnológico, para o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre o papel da Estatística no contexto social e político no qual o estudante se encontra inserido (SKOVSMOSE, 2004).
- Adoção de um ritmo flexível para o desenvolvimento das etapas do projeto, em acordo com a democratização dos aspectos pedagógicos da sala de aula e também com a desierarquização do ensino (GIROUX, 1997 e SKOVSMOSE, 2004).

Com isso, acreditamos ter atingido o objetivo de praticar uma Educação Crítica ao ensinar Estatística, desenvolvendo a criticidade e o engajamento dos estudantes nas questões políticas e sociais relevantes para a sua realidade como cidadãos que vivem numa sociedade democrática e que lutam por justiça social em um ambiente mais humanizado e desalienado.

Cap. 6 – Projeto 2: O Teste do Qui-Quadrado

6.1 – Introdução

A idéia do projeto 2 surgiu quando, lecionando a disciplina Estatística II para uma classe de 3º ano de graduação em Ciências Econômicas, trabalhamos com a grandeza χ^2 (qui-quadrado) e a independência ou associação de variáveis qualitativas.

O livro que adotávamos como referência trazia o seguinte exemplo (FONSECA & MARTINS, 1995, pp.228-229):

> *Testar, ao nível de 5%, se há dependência entre as preferências por sabor da pasta de dentes e o bairro:*

Sabor da pasta	*Bairros*			∑
	A	*B*	*C*	
limão	*70*	*44*	*86*	*200*
chocolate	*50*	*30*	*45*	*125*
hortelã	*10*	*6*	*34*	*50*
outros	*20*	*20*	*85*	*125*
∑	*150*	*100*	*250*	*500*

Sobre esse exemplo, poderíamos propor algumas questões:

- Essa pesquisa é real?
- Que bairros são A, B, C?
- Por que não é mencionada a cidade nem a data em que ocorreu a pesquisa?
- Existe pasta de dente sabor chocolate?

- Por que alguém acharia que poderia haver relação de associação entre as variáveis ‘sabor da pasta de dentes’ e ‘bairro’?

Dados tantos questionamentos que poderíamos fazer, seria mais justo admitir que a pesquisa não existiu na realidade, e que os dados são fictícios (informação que não foi fornecida no exercício). Além disso, a idéia de se associar a preferência pelo sabor da pasta de dentes ao bairro é bastante estranha, e um leigo não precisaria dominar conceitos estatísticos para deduzir que não há relação alguma entre essas variáveis.

Entendendo que devemos tratar os conteúdos estatísticos de maneira a aproximar o estudante de sua realidade, percebemos que o assunto em questão (o qui-quadrado e a independência ou associação de variáveis) permite-nos trabalhar com temas mais polêmicos, mais representativos, mais próximos da vida dos alunos. Essa motivação nos levou a desenvolver este projeto.

6.2 – Revisão Teórica[56]

Os resultados obtidos por meio de amostras nem sempre concordam exatamente com os teóricos esperados, de acordo com as regras de probabilidade. Por exemplo, embora considerações teóricas permitam esperar 100 caras e 100 coroas quando uma moeda honesta é lançada 200 vezes, raramente esses resultados são obtidos com exatidão.

Admita que, em uma determinada amostra, observou-se que os eventos possíveis E_1, E_2, E_3, ..., E_k, ocorreram com as freqüências o_1, o_2, o_3, ..., o_k, denominadas freqüências observadas, e que de acordo com as regras de probabilidade, esperar-se-ia que eles ocorressem com as freqüências e_1, e_2, e_3, ..., e_k, denominadas freqüências esperadas ou teóricas.

[56] Para essa revisão teórica, consultamos Spiegel (1977), Fonseca & Martins (1995) e Wonnacott & Wonnacott (1980).

Tabela 6.1 – Freqüências observadas e esperadas de k eventos

Evento	E_1	E_2	E_3	...	E_k
freqüência observada	o_1	o_2	o_3	...	o_k
freqüência esperada	e_1	e_2	e_3	...	e_k

Deseja-se saber se as freqüências observadas diferem de modo significativo das esperadas. Uma medida da discrepância existente entre as freqüências observadas e esperadas é proporcionada pela estatística χ^2 (qui-quadrado), expressa por:

$$\chi^2 = \frac{(o_1 - e_1)^2}{e_1} + \frac{(o_2 - e_2)^2}{e_2} + ... + \frac{(o_k - e_k)^2}{e_k} = \sum \frac{(o_j - e_j)^2}{e_j}$$

Quando $\chi^2 = 0$, as freqüências teóricas e observadas concordam exatamente, enquanto que quando $\chi^2 > 0$, isso não ocorre. Quanto maior for o valor de χ^2, maior será a discrepância entre as freqüências observadas e esperadas. Alguns autores afirmam que deve-se encarar com suspeita as circunstâncias em que χ^2 assume valor muito próximo de zero, porque é raro que as freqüências observadas concordem muito bem com as esperadas.

A distribuição amostral de χ^2 é dada por:

$$Y = Y_0 \cdot \chi^{\upsilon - 2} . e^{-1/2 \cdot \chi^2}$$

quando as freqüências esperadas forem, pelo menos, iguais a 5, melhorando a aproximação para valores maiores.

Y_0 é uma constante dependente de υ, sendo que a área total subentendida pela curva é igual a 1.

υ é o número de graus de liberdade, que é dado por:

$\upsilon = k - 1$, quando as freqüências esperadas puderem ser calculadas, sem que se façam estimativas dos parâmetros populacionais, a partir de estatísticas amostrais.

$\upsilon = k - 1 - m$, quando as freqüências esperadas somente podem ser calculadas mediante a estimativa de *m* parâmetros populacionais, a partir de estatísticas amostrais.

6.2.1 – Os testes de significâncias

Para se tomar decisões, é conveniente a formulação de hipóteses acerca das populações interessadas. Essas suposições, que podem ser ou não verdadeiras, são denominadas *hipóteses estatísticas* e, em geral, consistem em considerações acerca das distribuições de probabilidade das populações. Em alguns casos, formula-se uma hipótese estatística com o único propósito de rejeitá-la ou invalidá-la.

Admitida uma hipótese particular como verdadeira, se se verificar que os resultados observados em uma amostra aleatória diferem acentuadamente dos esperados para aquela hipótese, com base na probabilidade simples mediante a utilização da teoria da amostragem, poder-se-ia concluir que as diferenças observadas são significativas e ficar inclinados a rejeitar a hipótese inicial. Por exemplo, se 20 lances de uma moeda apresentam 16 caras, ficamos inclinados a rejeitar a hipótese de que a moeda é honesta, embora seja concebível que se possa estar incorrendo num erro.

Os processos que habilitam a decidir se se aceitam ou rejeitam as hipóteses, ou a determinar se a amostra observada difere de modo significativo dos resultados esperados, são denominados *testes de hipóteses* ou *de significância*, ou ainda *regras de decisão*.

Se uma hipótese for rejeitada quando deveria ser aceita, diz-se que foi cometido um *erro do Tipo I*. Se, por outro lado, for aceita uma hipóteses que deveria ser rejeitada, diz-se que foi cometido um *erro do Tipo II*. Em ambos os casos ocorreu uma decisão errada ou um erro de julgamento. O único caminho para a redução de ambos os tipos de erros consiste em aumentar o tamanho da amostra, o que pode ou não ser possível.

Ao se testar uma hipótese estabelecida, a probabilidade máxima com a qual se sujeitaria a correr o risco de um erro é denominada *nível de significância* do teste. Na prática, é usual a adoção de um nível de significância 0,05 ou 0,01, embora possam ser usados outros valores. Um nível de significância de 0,05 ou 5% no planejamento de um

teste de hipótese, indica que há 5 chances em 100 de a hipótese ser rejeitada quando deveria ser aceita (ou ser aceita quando deveria ser rejeitada), isto é, há uma confiança de 95% de que se tome uma decisão acertada.

Na prática, as freqüências esperadas são calculadas com base em uma hipótese H_0. Se, para essa hipótese, o valor de χ^2 calculado for maior de que alguns valores críticos (tais como $\chi^2_{0,95}$ ou $\chi^2_{0,99}$), concluir-se-á que as freqüências observadas diferem de modo significativo das esperadas e rejeitar-se-á H_0 ao nível de significância correspondente. No caso contrário, dever-se-á aceitá-la ou, pelo menos, não a rejeitar. Esse processo é chamado de teste de qui-quadrado da hipótese ou significância.

O gráfico abaixo representa a curva característica da distribuição de χ^2. O valor crítico $\left(\chi^2_c\right)$ depende do nível de significância adotado. Esse valor é dado na tabela logo abaixo do gráfico. Se o valor de χ^2 calculado situar-se na região à direita do valor crítico, deve-se rejeitar H_0. Se, ao contrário, χ^2 estiver à esquerda do valor crítico, deve-se aceitar H_0 no nível de significância adotado.

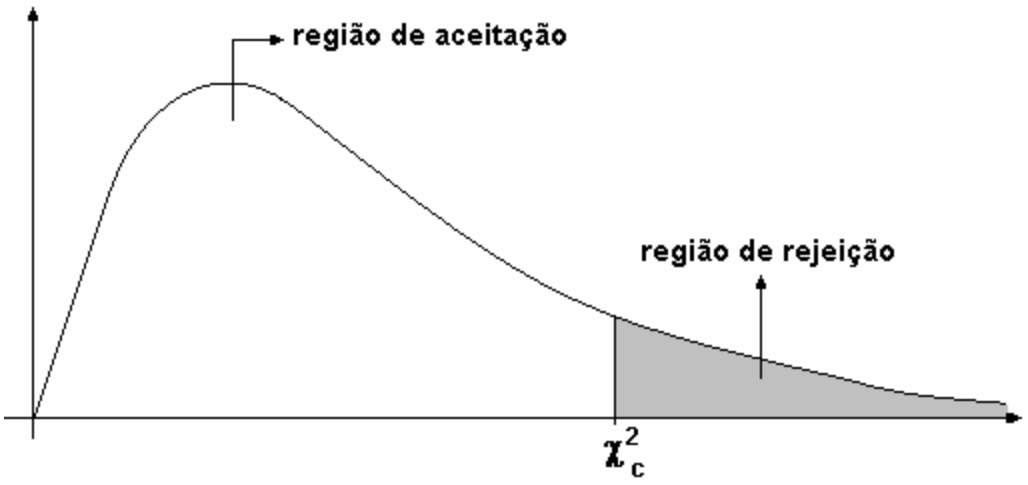


Gráfico 6.1 – Curva característica da distribuição de qui-quadrado

Tabela 6.2 – Distribuição de χ^2 com υ graus de liberdade

υ	$\chi^2_{0,99}$	$\chi^2_{0,95}$	$\chi^2_{0,90}$	$\chi^2_{0,75}$	$\chi^2_{0,50}$	$\chi^2_{0,10}$	$\chi^2_{0,05}$	$\chi^2_{0,01}$
1	6,63	3,84	2,71	1,32	0,455	0,016	0,004	0,0002
2	9,21	5,99	4,61	2,77	1,39	0,211	0,103	0,0201
3	11,3	7,81	6,25	4,11	2,37	0,584	0,352	0,115
4	13,3	9,49	7,78	5,39	3,36	1,06	0,711	0,297
5	15,1	11,1	9,24	6,63	4,35	1,61	1,15	0,554
6	16,8	12,6	10,6	7,84	5,35	2,20	1,64	0,872
7	18,5	14,1	12,0	9,04	6,35	2,83	2,17	1,24
8	20,1	15,5	13,4	10,2	7,34	3,49	2,73	1,65
9	21,7	16,9	14,7	11,4	8,34	4,17	3,33	2,09
10	23,2	18,3	16,0	12,5	9,34	4,87	3,94	2,56

A estatística χ^2 é muito semelhante à estatística F, que também mede a discrepância a contar de uma hipótese nula. Assim sendo, a análise da estatística χ^2 é feita de maneira análoga à da estatística F.

6.2.2 – Teste de Qui-Quadrado para Independência ou Associação

Uma importante aplicação do teste qui-quadrado ocorre quando se quer estudar a associação ou a dependência entre duas variáveis[57]. A representação das freqüências observadas é dada por um tabela de dupla entrada ou tabela de contingência[58].

O cálculo das freqüências esperadas fundamenta-se na definição de variáveis aleatórias independentes, isto é, diz-se que X e Y são independentes se a distribuição conjunta (X, Y) é igual ao produto das distribuições marginais de X e de Y:

$$P(x_i, y_j) = p(x_i) \cdot p(y_j) \text{ para todo } i \text{ e } j.$$

[57] Se as variáveis forem quantitativas, elas devem ser analisadas com um instrumento que explore a sua natureza numérica, como por exemplo a regressão. Uma hipótese χ^2 falha nessa situação.
[58] Contingência significa dependência. Assim, uma tabela de contingência é aquela que mostra como duas ou mais características dependem uma da outra.

Procedimento para efetuar o teste:

1) Considera-se as hipóteses:

H_0: as variáveis são independentes ou não estão associadas.

H_1: as variáveis são dependentes ou estão associadas.

2) Fixado o nível de significância (α) e calcula-se o número de graus de liberdade, dado por $\upsilon = (L - 1) \cdot (C - 1)$, onde L é o número de linhas e C é o número de colunas da tabela de valores da variável (tabela de contingência).

3) Com o auxílio da tabela 6.2, verifica-se o χ^2 crítico.

4) Calcula-se a variável $\chi^2 = \sum \frac{(o_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$ onde $e_{ij} = \frac{(\text{soma da linha i}).(\text{soma da coluna j})}{\text{total de observações}}$

5) Compara-se o χ^2 calculado com o valor crítico para verificar se as variáveis estão ou não associadas. A regra de decisão é:

Se $\chi^2_{calc} < \chi^2_{tab}$, não se pode rejeitar H_0, isto é, não se pode dizer que as variáveis sejam dependentes. Em outras palavras, as variáveis são independentes.

Se $\chi^2_{calc} > \chi^2_{tab}$, rejeita-se H_0, ou seja, as variáveis são dependentes ou estão associadas.

Ambas as decisões devem ser consideradas incluindo-se com o risco α de se tomar a decisão errada.

6.2.3 – Exemplo

Testar no nível de significância de 5% se há associação entre os níveis de renda e os municípios onde foram pesquisados 500 moradores.

Tabela 6.3- Níveis de renda × Municípios – dados observados

Níveis de renda familiar (em SM)	Municípios			Σ
	A	B	C	
até 5 SM	70	44	86	200
de 5 a 10 SM	50	30	45	125
de 10 a 20 SM	10	6	34	50
de 20 a 40 SM	20	20	85	125
Σ	150	100	250	500

Resolução:

H_0: a renda não é associada ao município

H_1: a renda é associada ao município

$\upsilon = (L - 1) \,.\, (C - 1) = (4 - 1) \,.\, (3 - 1) = 3 \,.\, 2 = 6$

Para $\alpha = 5\%$, na tabela, temos: $\chi^2_{0,95} = 12{,}6$ (valor crítico)

A tabela de freqüências esperadas é:

Tabela 6.4- Níveis de renda × Municípios – freqüências esperadas

Níveis de renda familiar (em SM)	Municípios		
	A (1)	B (2)	C (3)
até 5 SM	60	40	100
de 5 a 10 SM	37,5	25	62,5
de 10 a 20 SM	15	10	25
de 20 a 40 SM	37,5	25	62,5

$$e_{11} = \frac{(\text{soma da linha 1}).(\text{soma da coluna 1})}{\text{total de observações}} = \frac{200.150}{500} = 60$$

$$e_{43} = \frac{(\text{soma da linha 4}).(\text{soma da coluna 3})}{\text{total de observações}} = \frac{125.250}{500} = 62{,}5$$

Assim:

$$\chi^2 = \frac{(70-60)^2}{60} + \frac{(50-37{,}5)^2}{37{,}5} + \frac{(10-15)^2}{15} + \frac{(20-37{,}5)^2}{37{,}5} + \frac{(44-40)^2}{40} + \frac{(30-25)^2}{25} +$$

$$+ \frac{(6-10)^2}{10} + \frac{(20-25)^2}{25} + \frac{(86-100)^2}{100} + \frac{(45-62{,}5)^2}{62{,}5} + \frac{(34-25)^2}{25} + \frac{(85-62{,}5)^2}{62{,}5} = 37{,}88$$

Como $\chi^2_{calc} > \chi^2_{crit}$ rejeita-se H_0, concluindo-se que há dependência entre o município e o nível de renda dos moradores, com probabilidade de erro de 5%.

Observações:

a) O teste qui-quadrado de associação é aconselhável quando o tamanho da amostra é razoavelmente grande e deve ser aplicado com o maior cuidado se existem freqüências esperadas menores que 5. Nesses casos, a solução é juntar classes adjacentes evitando-se que $e_{ij} < 5$.

b) No caso em que uma das variáveis possui níveis que contemplam todas as categorias da população (por exemplo sexo: masculino e feminino, não há outra possibilidade), diz-se que o teste é de homogeneidade.

6.3 – Operacionalização

Depois de explicada a grandeza qui-quadrado e sua aplicação para se determinar a independência ou associação de variáveis qualitativas, fizemos um levantamento sobre temas polêmicos que demandariam pesquisa para se avaliar as opiniões da população sobre seus aspectos.

Os alunos propuseram esses temas, numa atividade semelhante a um *brain-storming*[59]. Ato contínuo, discutimos com os alunos quais seriam as variáveis

[59] Esse termo significa 'tempestade de idéias' e é conhecido como um processo utilizado para se solucionar problemas coletivamente.

associadas a cada tema, ou seja, quais características da população determinariam sua opinião (contra ou a favor) em relação a cada tema.

Depois disso, os alunos organizaram-se em grupos e cada grupo (numa ordem definida por sorteio) escolheu um tema para pesquisar. Cada grupo escolheu também qual variável desejava testar a associação.

Posteriormente, já fora da sala de aula, mediante decisões independentes de cada grupo, foram feitas as amostragens, as inferências e as tabulações dos dados, assim como os cálculos necessários[60].

Por fim, cada grupo entregou um relatório com os dados de sua pesquisa e fez uma apresentação para a classe do tema pesquisado e do resultado obtido. Os grupos também posicionaram-se sobre os assuntos pesquisados e incentivaram debates na classe sobre cada tema.

6.4 – Execução

Esse projeto foi executado no primeiro bimestre (letivo) do ano de 2006, que compreende os meses de março e abril, numa instituição de ensino superior particular na cidade de São Paulo. Os alunos cursavam a disciplina de Estatística II, no 3º ano do curso de Ciências Econômicas.

6.4.1 – Etapa 1

Nessa primeira etapa foi feito o *brain-storming* com os alunos, que resultou nos seguintes temas polêmicos:

- pena de morte;
- descriminalização do aborto;
- proibição de venda e porte de arma;
- liberalização do consumo de maconha;

[60] Sugerimos consulta a Smith (1998), que apresenta em seu artigo uma série de propostas para serem desenvolvidas em sala de aula que demandam pesquisas a serem realizadas pelos alunos.

- regulamentação da união civil entre pessoas do mesmo sexo;
- produção de alimentos transgênicos para consumo humano;
- cotas para negros nas universidades públicas;
- uso de embriões humanos para pesquisas com células-tronco;
- ensino religioso obrigatório nas escolas públicas;
- eutanásia;
- doação presumida de órgãos;
- redução da maioridade penal.

Na seqüência, foi feito um debate sobre as possíveis variáveis associadas a cada um desses temas. O quadro ficou assim:

Tabela 6.5 – Temas e variáveis associadas

Temas	Variáveis associadas
Pena de morte	Religião, nível de instrução
Descriminalização do aborto	Religião, nível de instrução
Proibição de venda e porte de arma	Partido político,
Liberalização do consumo de maconha	Idade, sexo
Regulamentação da união civil entre pessoas do mesmo sexo	Sexo, idade, religião
Produção de alimentos transgênicos para consumo humano	Nível de instrução, partido político
Cotas para negros nas universidades públicas	Raça, nível de instrução
Uso de embriões humanos para pesquisas com células-tronco	Religião, nível de instrução
Ensino religioso obrigatório nas escolas públicas	Religião, nível de instrução
Eutanásia	Religião, idade
Doação presumida de órgãos	Religião, nível de instrução
Redução da maioridade penal	Região, idade, religião

Em seguida, os alunos dividiram-se em grupos. Como a classe tinha 30 alunos, foram formados 6 grupos de 5 alunos. Esses grupos foram numerados de 1 a 6. Por meio de um mecanismo aleatório, cada grupo sorteado escolheu um tema do quadro acima. Depois disso, os membros de cada grupo debateram entre si qual variável eles testariam a associação, definindo em seguida essa variável e comunicando ao professor.

Foi combinado um prazo de duas semanas para os alunos recolherem uma amostragem, fazerem o inquérito e elaborarem um relatório.

Reproduzimos abaixo o depoimento do aluno Fernando sobre essa etapa:

> Achei legal a idéia de propormos os temas e as variáveis. Também achei justo que pudéssemos escolher o tema com que iremos trabalhar. Na verdade, depois da aula, fiquei com curiosidade para saber se a variável que escolhemos está mesmo associada ao tema.

Os grupos, os temas e variáveis escolhidos foram:

Grupo I: Eutanásia; religião.

Grupo II: Cotas para negros; raça.

Grupo III: Descriminalização do aborto; nível de instrução.

Grupo IV: União civil de pessoas do mesmo sexo; sexo.

Grupo V: Liberalização do consumo de maconha; idade.

Grupo VI: Pena de morte; religião.

6.4.2 – Etapa 2

Nessa etapa, os alunos, já divididos em grupos e com os respectivos temas e variáveis, elaboraram um pequeno questionário, fizeram amostragens e pesquisaram a opinião de pessoas sobre cada tema escolhido.

Não foi pré-definido um tamanho de amostra, e observamos que nenhum grupo obteve amostra menor que 100. O grupo III, por exemplo, fez uma amostragem com mais de 200 elementos. Indagada sobre o tamanho de sua amostra, a aluna Cilene, do grupo III, esclareceu:

> Sabíamos que não deveríamos obter freqüências menores que 5, e que se o tamanho da amostra for maior, o resultado é mais confiável. Decidimos que cada um do grupo ia obter mais de 40 respostas e aí a amostra ficou grande como queríamos.

Sobre o mecanismo utilizado para selecionar a amostra, o aluno Bruno, do grupo IV, afirmou:

> No começo a gente pensou em fazer a pesquisa com as pessoas de nossa casa e no trabalho também. Daí, alguém do grupo falou que a amostragem tinha que ser aleatória. Foi então que resolvemos fazer a pesquisa na rua, na calçada em frente à faculdade, que é bastante movimentada. Já vi gente fazendo pesquisa ali. Em pouco tempo conseguimos muitas respostas, no começo deu um pouco de vergonha, mas depois levei na brincadeira.

Dos seis grupos da classe, quatro deles fizeram a amostragem na casa dos alunos e vizinhos, parentes e no trabalho. Um grupo fez a amostragem na rua (grupo IV, depoimento acima) e outro fez a amostragem dentro da faculdade, na rampa de entrada.

Para a elaboração do relatório, a maioria dos grupos apresentou dúvidas e recorreu ao professor para saber quais informações o documento deveria conter. Tais dúvidas foram sanadas coletivamente em classe, aproveitando o momento para discutir democraticamente com os alunos os dados e cálculos relevantes para o problema que deveriam constar dos relatórios. Foi combinado também que seria dado um tempo de aproximadamente 30 minutos, para cada grupo, para a apresentação dos resultados, e foi decidido que a ordem de apresentação deveria seguir um sorteio.

As aulas para essa turma eram semanais, às terças feiras, das 19h10min às 20h50min, ou seja, duas aulas de 50 min juntas, totalizando 100 min de aula por semana. Nesse tempo de 100 min caberiam 3 apresentações, de forma que os 6 grupos poderiam fazer suas apresentações em duas terças-feiras seguidas.

Depois de realizado o referido sorteio, o grupo I, que ficou para fazer sua apresentação na 2ª semana, pediu para ser o primeiro grupo a apresentar no dia e pediu também para projetar um filme. Como o tempo do filme é muito longo e inviabilizaria as três apresentações, foi acordado que naquele dia a aula se iniciaria às 18h com a

projeção do referido filme, seguido da apresentação do grupo I e demais grupos da seqüência do sorteio. Os alunos não viram dificuldade nessa antecipação, embora alguns declarassem que não poderiam chegar com tal antecedência, o que não foi considerado problema pela classe.

Embora as apresentações fossem divididas em duas sessões, os relatórios impressos deveriam ser todos entregues na data da primeira apresentação.

6.4.3 – Etapa 3

A primeira sessão de apresentações ocorreu no dia 04/04/2006, com os grupos V, II e VI, nessa ordem.

O grupo V apresentou um tema que gerou bastante polêmica, que é a liberalização do consumo de maconha. O grupo se posicionou contra, e o tema foi debatido na classe que, em sua maioria, ficou contra também. Na apresentação, o grupo mostrou o resultado de sua pesquisa, que apontou a existência de uma correlação entre a opinião das pessoas sobre o tema e a variável idade. Os mais jovens se mostravam a favor enquanto os mais velhos apresentaram tendência a ter opinião contrária.

Sobre a amostragem, o aluno André esclareceu:

> Recolhemos as opiniões principalmente no trabalho, na faculdade e também entre alguns amigos e vizinhos. Não interferimos na opinião das pessoas e não conduzimos a pesquisa para obter um resultado específico. Acho que nossa amostra é válida.

O grupo II apresentou em seguida seu trabalho sobre as cotas para negros em universidades públicas. Mostrou que não existe (na amostra selecionada) relação de dependência entre a raça da pessoa e a opinião dela sobre esse tema. Sobre a amostragem, a aluna Paula afirmou:

> Como nossa variável era raça, tivemos o cuidado de obter o mesmo número de opiniões entre brancos e negros. Em geral, consideramos os mulatos como negros, pois é assim que a lei faz.

A opinião do grupo sobre o tema, contrário à adoção das cotas, foi seguida pela grande maioria da classe. Aproveitando o tema, o professor incluiu no debate a questão da exclusão dos negros, a discriminação racial em nossa sociedade. Alunos negros da classe deram depoimentos que inflaram o debate no sentido de causar a todos a indignação e o repúdio a qualquer tipo de discriminação racial.

O grupo VI encerrou essa primeira sessão de apresentações com seu trabalho sobre o tema pena de morte. Segundo seus resultados, a opinião sobre a pena de morte não estaria relacionada à religião. A maioria das pessoas ouvidas na pesquisa se manifestou contrária à idéia de o Brasil adotar a pena de morte.

No debate que se seguiu à apresentação do grupo, muitos na classe se posicionaram a favor da pena de morte para crimes hediondos, mas também manifestaram descrédito no sistema jurídico brasileiro para punir quem realmente merece. Foram lembrados alguns casos de pessoas ricas, condenadas e que não estão presas, e também foi dito que no caso da adoção da pena de morte, somente condenados pobres e sem recursos é que teriam esse veredicto.

A questão da criminalidade no Brasil foi o pano de fundo desse debate, que encerrou a primeira sessão de apresentação dos trabalhos.

No dia 11/04/2006 foi feita a segunda sessão de apresentação, com os grupos I, III e IV, nessa ordem. Nesse dia, a aula começou mais cedo, às 18h, com a projeção do filme *Menina de Ouro*, a pedido do grupo I. Essa projeção foi feita com o auxílio de um aparelho tocador de dvd portátil e um projetor multimídia, trazidos pelo professor.

O filme trata do tema de pesquisa do grupo, ou seja, a eutanásia[61]. Logo após o filme, ainda comovidos, o grupo apresentou seus resultados, mostrando que, independente da religião, a maioria dos entrevistados era contra a eutanásia.

O professor colocou que a questão a ser abordada não era se a pessoa é favor ou contra a eutanásia, mas sim se é favor ou contra a classificação da eutanásia como crime, ou seja, a pessoa pode ser pessoalmente contra a eutanásia, mas concordar que não se deve considerá-la como crime.

[61] Um resumo desse filme está no anexo 7.

A opinião dos alunos sobre o tema foi influenciada pelo filme, e também foi lembrado o caso de um mergulhador espanhol que, após sofrer um acidente e ter ficado paralítico, teve a ajuda de várias pessoas para cometer o suicídio.

O debate teve de ser encerrado para não comprometer o tempo dos demais grupos. Na seqüência, o grupo III apresentou o tema da descriminalização do aborto e mostrou que foi detectada em sua pesquisa uma relação de dependência entre a opinião sobre o tema e o nível de instrução das pessoas. As pessoas de nível de instrução mais alto tendem a ter opinião mais favorável à descriminalização do aborto.

Foi discutido também que a religiosidade da pessoa poderia interferir na opinião sobre o tema, mas essa variável não foi estudada pelo grupo. A importância do tema gerou discussões contra e a favor, dividindo a classe. Temas como a superpopulação, o aumento da miséria, a falta de estímulo ao planejamento familiar, a questão da adoção, da ida de crianças brasileiras para o exterior e até a existência de clínicas de aborto clandestinas foram abordados nesse debate.

Não houve tempo para o grupo IV fazer sua apresentação nesse dia, e isso foi marcado para a semana seguinte.

No dia 18/04 o grupo IV finalizou as apresentações, mostrando sua pesquisa sobre o tema da união civil de pessoas do mesmo sexo. Conforme seu levantamento, não havia correlação entre a variável sexo e a opinião sobre a regulamentação da união civil entre homossexuais. O aluno Alexandre comentou sobre o tema:

> Acho que deveria haver uma relação de dependência mais acentuada se considerássemos os homossexuais e os heterossexuais como variável. Mas nesse caso não sei como faríamos a pesquisa. Acho que os homossexuais não se declarariam assim só para responder à minha pergunta.

O tema desse grupo abriu espaço para discussão sobre a questão da discriminação dos homossexuais. Foi comentado que, apesar de percebermos avanços na tolerância em relação à orientação sexual das pessoas, ainda há muitos obstáculos e muita repressão aos homossexuais no Brasil. Percebemos que esse tema é bastante controverso e que devemos tomar cuidado para não estereotipar as pessoas, não julgar comportamentos e não vulgarizar a questão.

Após o término dessa última apresentação[62], o professor tomou a palavra e pôs em discussão a questão da amostragem. Foi debatida a idéia de validação dos resultados e foram questionados os métodos de amostragem adotados pelos alunos. Eles concordaram que uma amostragem mal feita pode comprometer os resultados da pesquisa e assumiram que muitos deles simplesmente inferiram as pessoas próximas, da sua própria casa e vizinhos, além de colegas de trabalho.

Sem desmerecer a qualidade dos trabalhos, que foi valorizada pelo professor, e o esforço dos alunos, que mereceu elogios também, foi chamada a atenção a todos pelo processo de amostragem que adotaram, e o professor deu por encerrado o projeto, agradecendo o empenho, a dedicação e o comprometimento de todos os alunos.

6.4.4 – Análise

Esse projeto foi concebido com base na estratégia pedagógica da Modelagem Matemática, aplicada à Estatística. Foram cumpridas as três etapas da modelagem (BIEMBENGUT & HEIN, 2003), quais sejam:

(i) Interação: quando construímos o referencial teórico sobre os testes de hipóteses e o qui-quadrado.

(ii) Matematização: quando formulamos o problema, definimos as variáveis; os alunos efetuaram as pesquisas e resolveram o problema.

(iii) Interpretação e Validação: quando fizemos as apresentações e os debates e quando discutimos a questão dos critérios de amostragem adotados pelos alunos.

Em conseqüência, podemos também citar os objetivos da modelagem (BIEMBENGUT & HEIN, 2003) que foram obtidos nesse projeto:

a) aproximar a Estatística de outras áreas de conhecimento;

[62] Todas as apresentações foram feitas com auxílio do programa *PowerPoint*, utilizando um *note book* e um projetor multimídia, disponibilizados pelo professor.

b) valorizar a importância da Estatística para a formação do aluno;

c) usar a aplicabilidade da Estatística para estimular o interesse pela disciplina;

d) melhorar a apreensão dos conceitos;

e) desenvolver a habilidade de resolver problemas;

f) estimular a criatividade;

g) estimular a capacidade de trabalhar em grupos;

h) saber realizar uma pesquisa;

i) fomentar a capacidade de utilizar as tecnologias disponíveis;

j) prover contextos relevantes para os temas da disciplina;

Além disso, analisaremos a seguir as afinidades desse projeto com os fundamentos teóricos da didática da Estatística, apresentados no capítulo 2, e com a Estatística Crítica, apresentada no capítulo 3.

6.4.4.1 – As Capacidades

Podemos afirmar que esse projeto de Modelagem Matemática, em si, favoreceu o desenvolvimento das capacidades de literacia, pensamento e raciocínio estatístico (pp. 54-55, capítulo 2), na medida em que:

a) trabalhamos com dados reais;

b) relacionamos os dados ao contexto em que estão inseridos;

c) os alunos fizeram as interpretações dos resultados;

d) os alunos trabalharam em grupo e puderam criticar e discutir as idéias dos outros;

e) favorecemos o debate das idéias e dos resultados;

f) promovemos o julgamento sobre a validade das conclusões;

g) compartilhamos as conclusões e as justificativas apresentadas.

Mas também podemos identificar as contribuições do projeto isoladamente para cada uma das três capacidades.

6.4.4.1.1 – Desenvolvemos a literacia?

Conforme foi visto em nossa fundamentação teórica (GAL, 2000, WATSON, 1997, RUMSEY, 2002 e outros) desenvolver a literacia estatística significa, entre outras coisas, dar ênfase a:

- conhecimento sobre os dados;
- entendimento de certos conceitos básicos de estatística e sua terminologia;
- conhecimento sobre a coleta de dados;
- habilidade de interpretação, para descrever o que o resultado significa para o contexto do problema;
- habilidade de comunicação básica, para explicar os resultados a outrem.

Nesse projeto, nós trabalhamos o conhecimento e a consciência sobre os dados ao prover contextos relevantes para os conceitos estatísticos. Nesse sentido, os alunos puderam perceber por que os dados foram coletados, e o que o estatístico pode fazer com eles.

O entendimento dos conceitos básicos de estatística também foi trabalhado nesse projeto, na medida em que não foi dada ênfase à fórmula, ao cálculo, e sim aos conceitos envolvidos nos assuntos pesquisados. Antes de usar as fórmulas, os estudantes puderam perceber a utilidade, a necessidade da grandeza estatística que estava sendo estudada.

Os estudantes puderam, nesse projeto, ter a oportunidade de produzir seus próprios dados e encontrar os resultados básicos. Isso tende a ajudá-los a tomar as rédeas de seu próprio aprendizado. Também promovemos a habilidade de tomar a responsabilidade de resolver seus problemas, como eles terão que fazer em seu ambiente de trabalho. Além disso, os alunos puderam vivenciar, nesse aspecto, a

problemática da amostragem e da inferência, conceitos que são bastante relevantes para a Estatística.

É possível até, além de pedir aos estudantes para coletarem os seus dados, pedir a eles para fazerem eles mesmos as perguntas. Isso os ajuda a descobrir ou determinar métodos e técnicas por si próprios. Rumsey (2002) destaca o quanto de matéria ela não precisa ensinar fazendo isso...

As habilidades de interpretação foram trabalhadas quando os estudantes tiveram que fazer os testes de hipótese para definir se as variáveis estudadas são ou não relacionadas. Assim, eles puderam vivenciar como um teste de hipótese pode levar a importantes conclusões acerca da amostra utilizada e, por conseqüência, acerca da população que está sendo inferida.

Também trabalhamos as habilidades de comunicação oral e escrita, por meio dos relatórios elaborados pelos grupos e das apresentações feitas para a classe. Sabemos que enquanto a interpretação mostra o entendimento do próprio estudante em relação às idéias estatísticas, a comunicação envolve a passagem dessa informação para outra pessoa, de uma forma que ambas irão entendê-la. Sendo assim, a comunicação torna-se tão importante quanto a interpretação, além de permitir o desenvolvimento da habilidade de usar a terminologia estatística para expressar as idéias, condição essencial da literacia.

Com todas essas condições verificadas nesse projeto, podemos afirmar que ele contribuiu para o desenvolvimento da literacia estatística nos estudantes.

6.4.4.1.2 – Desenvolvemos o pensamento?

Conforme preconizou Moore (2001), no trabalho com projetos nos quais os estudantes assumem a responsabilidade de recolher os dados brutos, analisá-los, interpretá-los e divulgá-los numa apresentação oral, pode-se perceber uma forte aproximação aos hábitos que desenvolvem o pensamento estatístico. Entre esses hábitos, destacamos (CHANCE, 2002):

- consideração sobre como melhor obter dados significantes e relevantes para responder à questão que se tem em mãos;

- reflexão constante sobre as variáveis envolvidas e curiosidade por outras maneiras de examinar os dados e o problema que se tem em mãos;
- ver o processo por completo, com constante revisão de cada componente;
- ceticismo onipresente sobre a obtenção dos dados;
- relacionamento constante entre os dados e o contexto do problema, e interpretação das conclusões em termos não-estatísticos;
- pensar além do livro-texto.

Nesse projeto, nós debatemos com os alunos as condições para a obtenção dos dados, discutimos as variáveis envolvidas, trabalhamos o problema por completo, ou seja, desde a definição de seus contornos até o resultado final, tendo sido tudo feito com participação efetiva dos alunos, questionamos os processos de obtenção dos dados, relacionamos sempre os dados ao contexto dos problemas e incentivamos a interpretação dos mesmos, utilizando terminologia própria da estatística e também por meio de termos não estatísticos.

Em relação ao *pensar além do livro-texto*, avaliamos que os alunos o fizeram ao assumir posicionamentos frente aos temas polêmicos, ao encaminhar discussões sobre esses temas, inclusive projetando filme e provendo argumentações relevantes. Os debates que se seguiam às apresentações dos trabalhos foram bastante ricos nesse aspecto.

Tendo em vista que todos os hábitos acima descritos foram trabalhados nesse projeto, podemos afirmar que o mesmo contribuiu firmemente para o desenvolvimento do pensamento estatístico nos estudantes

6.4.4.1.3 – Desenvolvemos raciocínio?

Sabemos que o raciocínio estatístico (GARFIELD, 2002) envolve fazer interpretações sobre dados, representações gráficas, construção de tabelas etc.. Em alguns casos, o raciocínio estatístico envolve ainda as idéias de chance ou

probabilidade, distribuição, variabilidade, incerteza, aleatoriedade, amostragem, testes de hipóteses, o que leva a interpretações e inferências acerca dos resultados.

Vários tipos de raciocínio podem ser identificados (GARFIELD e GAL, 1999), tais como:

- raciocínio sobre dados;
- raciocínio sobre representação dos dados;
- raciocínio sobre medidas estatísticas;
- raciocínio sobre incerteza;
- raciocínio sobre amostras;
- raciocínio sobre associações.

Nesse projeto, trabalhamos o raciocínio sobre os dados ao trabalhar a categorização dos dados e identificação das variáveis. Também pudemos observar a presença do raciocínio sobre a representação dos dados, visto que muitos grupos construíram gráficos para visualizar os resultados das pesquisas, sendo que esses gráficos estavam em acordo com o tipo de variável trabalhada. A respeito do raciocínio sobre medidas, trabalhamos especificamente a grandeza qui-quadrado, mostrando o que ela estava medindo, o que foi corretamente trabalhado pelos alunos em seus relatórios. Ao observar os níveis de significância dos testes de hipóteses, incentivamos o raciocínio sobre a incerteza. Ao realizar as amostragens e inferências, relacionando os resultados obtidos com a população estudada, estivemos promovendo o raciocínio sobre amostras. Por fim, o raciocínio sobre associações pôde ser observado com base nos julgamentos e interpretações que os alunos fizeram acerca da independência ou da associação entre as variáveis estudadas.

Embora reconheçamos que a capacidade de raciocínio estatístico não se revela de forma objetiva nos estudantes, nós entendemos que os processos e atitudes que foram observados nesse projeto contribuíram consistentemente para o seu desenvolvimento, conforme pudemos justificar acima.

6.4.4.2 – A Estatística Crítica

Esse projeto tem também por objetivo desenvolver a idéia da Estatística Crítica como estratégia pedagógica para a sala de aula. Dentre os seus preceitos, destacamos alguns que pudemos vivenciar ao longo da execução do projeto:

- Problematizamos o ensino (FREIRE, 1970, GIROUX, 1997, SKOVSMOSE, 2004), trabalhamos a Estatística por meio de um projeto (SKOVSMOSE, 2004), valendo-nos dos princípios da modelagem matemática.
- Permitimos aos alunos que trabalhassem individualmente e em grupos.
- Utilizamos exemplos reais, trabalhamos com dados reais, sempre contextualizados dentro de uma realidade condizente com a realidade do aluno.
- Favorecemos e incentivamos o debate e o diálogo entre os alunos e com o professor (ALRØ e SKOVSMOSE, 2006, GIROUX, 1997, FREIRE, 1983).
- Desierarquizamos o ambiente de sala de aula ao assumirmos uma postura democrática de trabalho pedagógico, delegando responsabilidades aos alunos (GIROUX, 1997 e SKOVSMOSE, 2004).
- Incentivamos os alunos a analisar e interpretar os resultados, valorizamos a escrita e as apresentações orais, ou seja, conforme Giroux (1997), demos voz aos estudantes.
- Tematizamos o ensino, ou seja, privilegiamos o debate de questões sociais e políticas relacionadas ao contexto real de vida dos alunos, atendendo ao argumento social de democratização do ensino (SKOVSMOSE, 2004).
- Promovemos julgamentos sobre a validade das idéias e das conclusões, ou seja, praticamos o conhecimento reflexivo (SKOVSMOSE, 2004).

- Fomentamos a criticidade e cobramos dos alunos o seu posicionamento perante os questionamentos levantados nos debates, compartilhando com a classe suas justificativas e conclusões (novamente o conhecimento reflexivo).
- Propusemo-nos a preparar o aluno para interpretar o mundo, praticando o discurso da responsabilidade social, incentivando a liberdade individual e a justiça social, engajando os alunos numa missão maior de aperfeiçoar a sociedade em que vivem (FREIRE, 1979, GIROUX, 1997).
- Utilizamos bases tecnológicas no ensino, valorizamos e desenvolvemos competências de caráter instrumental para o aluno que vive numa sociedade eminentemente tecnológica (SKOVSMOSE, 2004).
- Valorizamos o conhecimento reflexivo para o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre o papel da Estatística no contexto social e político no qual o estudante se encontra inserido (SKOVSMOSE, 2004).
- Adotamos um ritmo flexível para o desenvolvimento dos temas, em concordância com a democratização do ambiente de ensino (GIROUX, 1997, e SKOVSMOSE, 2004).

Além disso, queremos enfatizar que esse projeto foi executado dentro dos princípios básicos que delineamos para a Educação Estatística Crítica, (identificados nas pp. 107-108), dentre os quais destacamos:

- Contextualizar os dados do problema utilizando dados reais.
- Incentivar a interpretação e análise dos resultados obtidos.
- Socializar o tema, ou seja, inseri-lo num contexto político/social, e promover debates sobre as questões levantadas.

Dessa forma, evidenciamos nosso engajamento como professores e pesquisadores nessa prática de educação que se desenvolve acompanhada do objetivo maior de desenvolver a criticidade e o engajamento dos estudantes nas questões políticas e sociais relevantes para a sua realidade como cidadão humanizado e desalienado, que vive numa sociedade democrática e que luta por justiça social.

Conclusão

Antes de tecermos nossa análise sobre a problemática tratada neste trabalho de pesquisa, gostaríamos de explicitar nossa visão sobre o nosso trabalho como professor e como pesquisador. Em momento algum enfrentamos conflitos por assumir essas duas posições e podemos afirmar que, em ambos os aspectos, experimentamos um crescimento e uma valorização grandes, tanto no lado pessoal como profissional. Não colhemos prejuízos nem por um lado tampouco pelo outro, de forma que hoje podemos enxergar tal prática como dois lados de uma mesma moeda, ou seja, duas faces de um mesmo ser. O ser professor e o ser pesquisador se completam e se contrapõem harmonicamente, constituindo o ser educador que constrói a pesquisa e dela se alimenta para devolver aos alunos o produto ensino em uma forma mais dignificante e responsável. Dessa maneira, pudemos colher o produto aprendizagem com um significado especial, com um gosto de vitória, quase como se fôssemos um atleta de uma maratona ao enxergar a fita do final do percurso, cientes da conquista que representa o ensinar e o aprender, mas também cientes de que a jornada da educação continua e que novos olhares e novos fazeres continuarão a nos nortear e a nos convidar a empreender outros desafios.

Nosso objeto de discussão aqui é a Educação Estatística. O ensino e a aprendizagem dessa disciplina nos cursos de graduação no Brasil e nos demais países do mundo em geral encontram severas dificuldades. Constatamos isso por meio de nossa própria experiência e pelas várias citações que encontramos em publicações relevantes do exterior sobre o tema. Entretanto, nosso trabalho de investigação e nossa prática de sala de aula nos levam a crer que esses problemas podem ser enfrentados com sucesso pelos educadores. Um dos objetivos deste trabalho é demonstrar como esse sucesso pode ser obtido, como é possível fazer a conjugação das teorias didáticas com o dia-a-dia da sala de aula, enfrentando e superando as tantas dificuldades que a essa empreitada se apresentem.

Procuramos, neste trabalho, integrar algumas idéias, algumas visões de educação que a princípio se manifestavam isoladas. Primeiramente, levantamos os fundamentos teóricos da didática da Estatística, com base em uma pesquisa bibliográfica na qual se destacam as obras de Rumsey (2002), Garfield (2002), Chance (2002), delMas (2002), Batanero (2001) e outros, e assim delineamos as principais características do ensino

dessa disciplina, bem como apresentamos as chamadas capacidades a serem desenvolvidas nos estudantes. Com o objetivo de construir estratégias pedagógicas voltadas ao intuito de promover um ensino baseado nesses fundamentos teóricos, estudamos os preceitos da Modelagem Matemática e suas formas de trabalhar a educação por meio de projetos pedagógicos, com base principalmente nas obras de D'Ambrosio (1991), Bassanezi (2004) e Biembengut & Hein (2003). Paralelamente, observamos que os princípios da Educação Crítica e da Educação Matemática Crítica, conforme os estudos de Freire (1965, 1970, 1974, 1979, 1983), Giroux (1997) e Skovsmose (2001, 2004, 2005), complementam essas estratégias pedagógicas, conduzindo a própria Educação Estatística a um enfoque diferenciado e integrador dessas idéias. Por fim, conduzimos dois projetos pedagógicos que tinham por objetivo levar a cabo essa integração, enfrentando a problemática do ensino/aprendizagem de Estatística de forma a fazer uma conjugação entre teoria e prática, direcionando o foco para o aluno e visando a maximizar as potencialidades da utilização desses preceitos integradores.

- **Questões Centrais**

No início deste trabalho estabelecemos algumas questões centrais que nortearam nossa pesquisa, e passaremos agora a verificar se ao longo deste estudo conseguimos atingir as respostas a tais questionamentos.

a) Quais são os principais aspectos que norteiam a Educação Estatística e que podem servir de base para uma definição dos Fundamentos Teóricos da Didática da Estatística?

Vimos no capítulo 2 que o planejamento do ensino de Estatística deve observar o desenvolvimento de três importantes competências, quais sejam, a literacia, o raciocínio e o pensamento estatístico, sem as quais não seria possível aprender (ou apreender) os conceitos fundamentais dessa disciplina. Além de identificarmos essas competências, apresentamos as idéias dos pesquisadores sobre como desenvolvê-las num processo integrado e complementar, ou seja, como trabalhá-las isoladamente e em conjunto.

Apresentamos a literacia como a habilidade de argumentar usando corretamente a terminologia estatística, interpretar e avaliar criticamente as informações estatísticas e a compreender o texto e o significado das informações estatísticas inseridas em seu contexto. A literacia se manifesta como competência nos estudantes quando eles demonstram a habilidade de entender os termos, idéias e técnicas estatísticas, apresentam domínio sobre o processo de coleta dos dados e a geração de estatísticas descritivas, apresentam habilidade de interpretação das informações estatísticas para corretamente descrever o que o resultado significa no contexto do problema, e, além disso, são capazes de promover um processo de comunicação das idéias estatísticas, explicando coerentemente suas idéias e seus resultados. Para desenvolver essa competência, vimos que primeiramente deve ser dado aos estudantes a oportunidade de produzir seus próprios dados. Além disso, o professor deve estar consciente de que o entendimento dos conceitos básicos de Estatística deve preceder o cálculo. Outro aspecto importante é prover contextos relevantes para as idéias apresentadas em classe. Também é necessário que os alunos sejam expostos a situações nas quais têm de explicar seus resultados para convencer outras pessoas das suas idéias de maneira oral ou escrita. Por último, para desenvolver a literacia, os estudantes precisam aprender a usar a Estatística como evidência nos argumentos encontrados em sua vida diária como trabalhadores, consumidores ou cidadãos, de forma que o ensino da Estatística, com base em assuntos do dia-a-dia, tende a melhorar essa necessária base de argumentação dos estudantes.

Já o pensamento estatístico foi apresentado como a capacidade de relacionar dados quantitativos com situações concretas, explicitando-se o que os dados dizem sobre o problema, associando os modelos matemáticos à natureza contextual em que se envolvem. Essa capacidade é desenvolvida nos estudantes quando se pondera sobre como melhor obter os dados, quando se faz uma reflexão sobre as variáveis envolvidas, quando se enxerga o processo por completo, globalmente, demonstrando sempre um certo ceticismo sobre a obtenção dos dados, relacionando constantemente os dados ao contexto do problema, interpretando as conclusões também em termos não estatísticos e, por fim, pensando além do livro-texto.

Quanto ao raciocínio estatístico, vimos que ele se manifesta de diversas formas, tais como o raciocínio sobre os dados e sua representação, raciocínio sobre as medidas estatísticas, sobre a incerteza, a probabilidade e a aleatoriedade, raciocínio sobre

amostras e amostragens e o raciocínio sobre associações, que tem a ver com o julgamento e a interpretação das relações entre as variáveis envolvidas no contexto do problema.

Vimos que o foco do contexto dessas capacidades se volta para a maneira como se pode desenvolvê-las nos estudantes. A idéia principal é reconhecer como os professores podem atuar junto aos estudantes de modo a favorecer a vivência dessas capacidades, possibilitando assim a construção e o desenvolvimento contínuo delas. Para tanto, pode-se inferir que os professores devem trabalhar com dados reais, relacionar os dados ao contexto em que estão inseridos, orientar os alunos para interpretar os resultados, permitir que os estudantes trabalhem em grupo e critiquem as interpretações uns dos outros, promover julgamentos sobre as conclusões, avaliar constantemente o desenvolvimento dessas três capacidades e promover a triangulação entre os objetivos, as atividades e a avaliação.

Destacamos também as metas a serem perseguidas no ensino de estatística, quais sejam, entender o propósito e a lógica das pesquisas estatísticas, entender a natureza do processo de pesquisa, incluindo como, quando e por que as ferramentas estatísticas são usadas, desenvolver habilidade de organizar os dados em gráficos e tabelas, inclusive utilizando os recursos da informática, compreender formal e intuitivamente as idéias matemáticas envolvidas, entender os conceitos relacionados à probabilidade e à incerteza que aparecem no cotidiano, ser capaz de interpretar os resultados e assumir uma postura crítica e reflexiva sobre os argumentos estatísticos e, por fim, desenvolver a habilidade de se comunicar estatisticamente, usando terminologia específica da Estatística.

Dessa forma, com essas informações que obtivemos por meio de extensa pesquisa bibliográfica, pudemos definir os fatores, as idéias básicas que compõem os Fundamentos Teóricos da Didática da Estatística.

b) É possível trabalhar esses aspectos em consonância com a estratégia pedagógica da Modelagem Matemática, promovendo atividades educacionais na forma de projetos de ensino?

Vimos no capítulo 3 que uma das principais características da Modelagem Matemática é promover a ligação entre a Matemática e a realidade. Essa conexão é feita interativamente, usando-se os processos matemáticos conhecidos, com o objetivo de estudar, analisar, explicar, prever situações da vida cotidiana que nos cercam. A Estatística está repleta de oportunidades de aplicação dos seus conteúdos em situações reais, concretas, que podem, então, ser trabalhadas por meio da modelagem.

Além disso, a Modelagem Matemática provoca reflexão e ação sobre a realidade. Ao se empreender esforços para explicar, entender, manejar um recorte da realidade, obtém-se o modelo e passa-se à reflexão sobre o mesmo. Essa reflexão leva à ação, quando se promove a solução do problema e se valida o seu resultado.

A modelagem também se apresenta como uma forma de despertar, nos estudantes, o interesse pela disciplina, na medida em que eles têm a oportunidade de estudar por meio de projetos que têm aplicação concreta e que valorizam o seu senso crítico.

Definimos os objetivos da Modelagem Matemática aplicada à Estatística, que são: aproximar a Estatística de outras áreas de conhecimento; salientar a importância da Estatística para a formação do aluno; usar a aplicabilidade da Estatística para fomentar o interesse pela disciplina; melhorar a apreensão dos conceitos estatísticos; desenvolver a habilidade para resolver problemas; estimular a criatividade. Nesse sentido, os projetos de modelagem devem observar: a realidade dos alunos, seus interesses e metas; o nível de conhecimento estatístico que eles possuem; a disponibilidade dos alunos para o trabalho extraclasse; o número de alunos e de grupos de trabalho a serem formados; o programa da disciplina e a carga horária necessária.

Todas essas considerações se mostram concordantes com os objetivos da Educação Estatística, principalmente no que tange ao desenvolvimento das habilidades de raciocínio e pensamento estatístico, visto que pressupõem o trabalho com situações reais que estimulam a investigação, formulação de problemas, explorações, descobertas, interpretação e reflexão. Também em relação à literacia estatística, vemos que a modelagem incentiva seu desenvolvimento, pois trabalhar a Estatística com base em assuntos do dia-a-dia tende a melhorar a base de argumentação dos estudantes e, além disso, pode aumentar o valor e a importância que eles dão a essa disciplina.

Como vimos na abordagem da primeira questão central, os projetos de modelagem vão favorecer o desenvolvimento das capacidades de pensamento, raciocínio e literacia, pois trabalham com dados reais, relacionam os dados ao contexto em que estão inseridos, levam os alunos a interpretar os resultados, permitem que os estudantes trabalhem em grupo e critiquem as interpretações uns dos outros, além de promover julgamentos sobre as conclusões quando realizam a validação do modelo.

Dessa forma, concluímos que os objetivos da Modelagem Matemática se conjugam com os objetivos da Educação Estatística, e assim podemos dizer que essa estratégia pedagógica se mostra pertinente ao trabalho didático, que visa a desenvolver as capacidades estatísticas distinguidas pela Fundamentação Teórica que levantamos nesta pesquisa. A Modelagem Matemática aplicada à Educação Estatística se constitui, assim, em uma forma eficiente de se passar da teoria à prática, de se aplicar em sala de aula os conceitos didáticos importantes para o aprendizado da Estatística.

c) Os preceitos da Educação Crítica e da Educação Matemática Crítica podem ser ligados aos Fundamentos Teóricos da Didática da Estatística na composição desses projetos pedagógicos?

Conforme estudamos no capítulo 4, o conhecimento tem uma função social que vai além da idéia de dominar uma certa disciplina acadêmica. Segundo a visão da Educação Crítica, os professores devem criar condições para que os estudantes reconheçam a importância da aplicação sócio-política do conhecimento. Para isso, é necessário tornar o pedagógico mais político e o político mais pedagógico. Isso quer dizer inserir a escolarização diretamente na esfera política, num ambiente no qual a reflexão e a ação críticas se tornam parte do projeto social fundamental de propiciar aos estudantes o desenvolvimento de uma crença na idéia de que é possível superar as injustiças econômicas, políticas e sociais, e, assim, tornarem-se mais humanizados. Significa também valer-se de estratégias pedagógicas que incorporem interesses políticos de cunho emancipador, ou seja, tratar os estudantes como agentes críticos. Para isso, é necessário tornar o conhecimento problemático, utilizar um diálogo crítico e afirmativo e argumentar a favor de um mundo qualitativamente melhor para todas as pessoas. É preciso também oferecer aos estudantes uma forma de olhar para fora de suas vidas particulares, para obter assim uma compreensão mais clara das bases políticas,

sociais e econômicas da sociedade em que vivem. Para tanto, os professores precisam assumir seriamente a necessidade de dar aos estudantes voz ativa em suas experiências de aprendizagem, combinando a reflexão e a prática acadêmica em favor da educação dos estudantes, para que eles assumam a condição de cidadãos reflexivos e ativos.

A Educação Crítica é democrática, ou seja, ela preconiza a conjugação de materiais curriculares e atitudes em sala de aula que compensem as características antidemocráticas do sistema de ensino tradicional. Além disso, a educação social manifesta a necessidade de desenvolvimento nos estudantes de valores que incluem um respeito pelo compromisso ético, a solidariedade de grupo e a responsabilidade social. Para tanto, vimos que o trabalho em grupo representa uma das formas mais eficazes de se desfazer o papel manipulador tradicional do professor; proporcionando aos estudantes a experiência de aprender uns com os outros, valorizando o diálogo, a cooperação e a sociabilidade, além de oferecer aos estudantes contextos sociais que tendem a valorizar as referidas responsabilidade social e solidariedade de grupo. Nesse trabalho em grupo, os estudantes devem ter a oportunidade de desenvolver seu ritmo próprio de aprendizagem e devem ser incentivados a desenvolver a escrita, pois essa estratégia pode ser usada como suporte para ajudar os estudantes a aprender e pensar criticamente a respeito de qualquer assunto.

Vimos também que uma forma de pôr em prática essas idéias é por meio do trabalho com projetos**,** num sentido coletivo, valorizando a articulação entre a teoria e a prática, rompendo com os limites arbitrários e artificiais estabelecidos pelas disciplinas e incentivando programas e atividades interdisciplinares.

Desenvolver uma Educação Matemática Crítica significa proporcionar aos estudantes, além da habilidade de lidar com noções matemáticas, a habilidade de aplicar essas noções em diferentes contextos e a capacidade de refletir sobre essas aplicações, exercendo uma cidadania crítica, desenvolvida com base no diálogo que favorece uma aprendizagem significativa, política e democrática.

Em suma, a idéia da Educação Crítica é promover uma educação problematizadora, estimular a criatividade e a reflexão do aluno, permitindo a inserção crítica do estudante na realidade em que vive, desvelando essa realidade para uma melhor compreensão do mundo ao qual ele não só observa, mas participa, valorizar os aspectos sócio-políticos, democratizar o ensino, promover a desierarquização entre

educandos e educadores, valorizar o trabalho em grupo, colaborativo, sem subordinação, desenvolver os relacionamentos sociais, combater as posturas alienantes dos alunos, defender a ética e a justiça social, promover o diálogo, a liberdade individual e a responsabilidade social dos estudantes.

Essas idéias estão em conformidade com os Fundamentos Teóricos da Educação Estatística, pois, como vimos, segundo essa teoria, uma condição básica para um trabalho pedagogicamente significativo é a contextualização dos dados, que devem provir de pesquisas reais, preferencialmente colhidos pelos próprios alunos. Mencionamos também que os exercícios devem tratar de assuntos relevantes para os alunos, ligados ao seu cotidiano ou à sua formação profissional. Vemos aí uma ligação com as idéias de problematização e de construção de modelos, bem como uma aproximação ao conhecimento tecnológico, necessário para compor uma competência democrática. Também podemos destacar o engajamento dos projetos de Modelagem Estatística com os aspectos políticos, econômicos e sociais que compõem a vida dos estudantes, indo além dos objetivos da própria Estatística e valorizando a interdisciplinaridade.

Assim, concluímos que há uma significante conjugação de objetivos entre a Educação Crítica, a Modelagem Matemática e os Fundamentos Teóricos da Educação Estatística, convergindo para o trabalho com projetos de ensino que estimulam, valorizam e desenvolvem todos esses aspectos comuns.

- **Síntese das análises**

Nos dois projetos que empreendemos neste trabalho de pesquisa, pudemos vivenciar a integração dos preceitos da Educação Estatística com as idéias da Educação Crítica, por meio da estratégia da Modelagem Matemática.

A modelagem se fez presente em suas três etapas, quais sejam:

(iv) Interação: quando construímos o referencial teórico sobre os conteúdos estatísticos abordados nos projetos.

(v) Matematização: quando formulamos os problemas, definimos as variáveis e os alunos efetuaram as pesquisas e resolveram os problemas.

(vi) Interpretação e Validação: quando fizemos as apresentações e os debates, quando os alunos redigiram seus relatórios e quando discutimos os critérios adotados para a resolução dos problemas.

A construção e o desenvolvimento das capacidades de literacia, pensamento e raciocínio estatísticos foram estimulados na realização dos projetos, na medida em que:

f) trabalhamos com dados reais, obtidos pelos próprios alunos;

g) relacionamos dados ao contexto em que estão inseridos;

h) demandou-se a interpretação e a análise dos resultados;

i) os alunos realizaram apresentações orais e escritas (relatórios) de seus trabalhos;

j) favorecemos os debates, discussões e o diálogo com o trabalho em grupo;

k) promovemos a validação dos modelos obtidos.

As análises efetuadas nos capítulos 5 e 6 mostraram que os projetos propiciaram avanço no desenvolvimento das capacidades em alguns grupos, principalmente quando eles puderam ser capazes de ir além do que foi pedido ou ir além do que era esperado, obtendo informações e tomando atitudes que não foram previamente orientadas. Da mesma forma, outros grupos se mostraram despreparados para realizar plenamente as atividades planejadas, essencialmente por estarem acostumados a um tratamento mais assistencialista do professor, mais tradicional, mais acomodado. Notamos grupos de alunos com dificuldades em tomar decisões, em decidir estratégias, sempre solicitando a presença do professor e mostrando insegurança quanto aos caminhos a serem percorridos. Mas, mesmo nesses alunos, acostumados a serem *guiados* e não a guiarem-se por si próprios, pudemos observar que os projetos trouxeram a oportunidade de conviver com um maneira diferente de encarar o sistema de aprendizagem. Ao longo dos projetos, notamos que, aos poucos, os alunos foram percebendo que os conteúdos não seriam mais *depositados* em suas cabeças, teriam que ser buscados e que essa busca

só teria sucesso com uma grande carga de iniciativa própria, de discussão e diálogo com os colegas e com o professor. Foi com entusiasmo que pudemos perceber esses alunos caminhando por suas próprias pernas, inseguros como um bebê quando aprende a andar, mas aos poucos se tornando confiantes em suas próprias capacidades.

Da mesma forma, pudemos vivenciar, em ambos os projetos, a presença da Educação Crítica, na medida em que promovemos:

i. a problematização e a tematização do ensino com o incentivo a atividades que possibilitaram o debate de questões sociais e políticas adjacentes ao conteúdo, relacionadas ao contexto real de vida dos alunos;
ii. o trabalho com dados reais, sempre contextualizados, dentro de uma situação condizente com a realidade do aluno;
iii. estímulo ao debate e ao diálogo entre os alunos e com o professor;
iv. desierarquização e democratização do ambiente pedagógico da sala de aula;
v. incentivo às apresentações orais e escritas, com análise e interpretação dos resultados;
vi. valorização da capacidade crítica dos alunos, com a cobrança de posicionamento deles perante aos questionamentos levantados nos debates;
vii. preparação do aluno para interpretar o mundo, praticar o discurso da responsabilidade social e a linguagem crítica, incentivando a liberdade individual, a ética e a justiça social;
viii. valorização do conhecimento reflexivo em conjunto com o conhecimento tecnológico, para o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre o papel da Estatística no contexto social e político no qual o estudante está inserido;

Com essa integração, apresentamos a Educação Estatística Crítica, que emerge justamente na vivência pedagógica que representamos no diagrama a seguir:

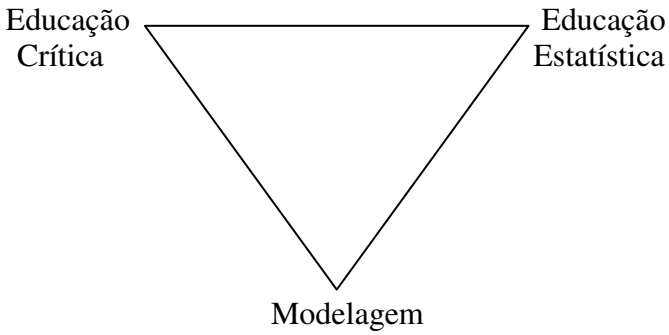


Figura 7.1- Esquematização da Educação Estatística Crítica

- **Considerações Finais**

Ao efetuarmos a aproximação dos Fundamentos Teóricos da Educação Estatística com a Modelagem Matemática e com a Educação Crítica por meio do desenvolvimento dos dois projetos pedagógicos apresentados nos capítulos 5 e 6, obtivemos sucesso não somente em relação aos objetivos já mencionados, mas também no que se refere à motivação dos estudantes para o estudo da Estatística.

Esses projetos foram concebidos junto à demanda dos alunos por assuntos de seu interesse, aplicados a aspectos concretos e ligados a questões importantes para sua vida pessoal e profissional. Entretanto, temos o dever de comunicar aqui que essas idéias que deram origem aos projetos não foram fruto de extensas horas de estudo e reflexão nem de experiências didáticas miraculosas. Nosso ponto de partida foram as atividades propostas por Smith (1998), que nos apresenta, em sua obra, vinte projetos de ensino que demandam que os estudantes obtenham seus próprios dados, trabalhem em grupo etc.. Ao experimentarmos esses projetos, pudemos constatar a postura de comprometimento dos estudantes em sua realização, pudemos perceber a importância de dar aos alunos a oportunidade de construir sua pesquisa, obter os dados, redigir um relatório, organizar e efetuar uma apresentação para os colegas. Concomitante a esse fato, aprofundamos nosso interesse pelos fundamentos da Educação Crítica e acabamos nos sensibilizando com suas propostas. Podemos dizer que as idéias da Educação

Crítica nos tomaram de assalto e, mesmo sem querer, passamos a operar suas noções mais primárias. De maneira crescente, fomos abraçando a sua causa, e foi então que pudemos tornar concreta a sua convergência com os Fundamentos da Educação Estatística.

Nesta pesquisa, ao colocarmos em prática os projetos, foi com imensa satisfação que pudemos vivenciar a emergência de uma nova idéia, que aqui nomeamos de Estatística Crítica. Procuramos descrever sua base teórica, seus fundamentos, no capítulo 4, e sua viabilidade prática pôde ser obtida por meio dos projetos que aqui descrevemos. Todos os aspectos apontados nas páginas 106 a 110 foram trabalhados nos projetos, inclusive a desmistificação do processo de avaliação, pois ao longo da execução de ambos os projetos foi democraticamente debatido com os alunos como, quando e quanto dos trabalhos seria levado em consideração para compor a nota dos alunos.

Seria grande a satisfação se percebêssemos que outros profissionais da área de Educação Estatística pudessem investir esforços nessa nova idéia e/ou experimentá-la em outras situações, pois temos a convicção de que assim o fizemos com o firme propósito de tornar a Educação Estatística mais significativa, mais eficiente, responsável e democrática. Observamos também, por que não dizer, que tal abordagem tornou o trabalho do professor mais dignificante e, pelo lado do aluno, tornou o processo educativo mais agradável, desafiador e recompensador.

Acreditamos que, com esses projetos, ajudamos os estudantes a desenvolver uma consciência crítica, ética, política, engajada na luta pela solução dos problemas sociais que os envolvem, e assim, contribuímos para melhorar o sistema de ensino, pois, como vimos no capítulo 4, a avaliação de um sistema educacional pode ser feita pela qualidade moral e política dos estudantes que produz.

Ao chegar ao final deste trabalho, também devemos destacar alguns pontos que não foram contemplados nos projetos e/ou nas análises:

a) Avaliação

Não discutimos aqui as possibilidades de se promover uma avaliação contínua do desenvolvimento das capacidades de literacia, pensamento e raciocínio estatístico. Também não nos preocupamos em inserir a idéia de avaliação ao contexto dos projetos. Com base nos preceitos da Educação Crítica, promovemos o diálogo com os alunos e discutimos os critérios de avaliação dos projetos, o que já representa um avanço, mas não nos aprofundamos na metodologia de avaliação, ou seja, não nos foi possível avançar nesse conceito pedagógico que entendemos ser bastante importante.

b) O nível das competências

Não pudemos avaliar, em nossos projetos, o nível dos alunos em relação às competências estabelecidas pelos Fundamentos Teóricos da Educação Estatística, ou seja, a literacia, o pensamento estatístico e o raciocínio estatístico. Também não procedemos à identificação dos tipos de raciocínio demonstrados pelos estudantes. Entendemos que esta questão seria de grande importância para que pudéssemos entender melhor os erros que os alunos cometeram no desenvolvimento das atividades dos projetos.

Assim, entendemos que nosso trabalho não encerra o assunto aqui abordado, mas deixa lacunas a serem preenchidas por novas pesquisas, na medida em que os temas aqui tratados forem considerados relevantes pela comunidade acadêmica representada pelos educadores estatísticos. Entretanto, acreditamos que avançamos significativamente no enfrentamento dos problemas e dificuldades do ensino e aprendizagem de Estatística nos cursos de graduação, o que nos deixa orgulhosos e com o sentimento de dever cumprido.

Encerramos este trabalho com o comentário da aluna Carina, feito a propósito do Projeto 1:

> Enfrentamos muitas dificuldades. A última delas foi a nossa própria interação, pois trabalhar em equipe não é fácil, são pessoas e opiniões diferentes, tivemos que ceder muitas vezes. Mas desde a escolha das empresas, os cálculos, as compras e vendas, tudo foi de grande

> descoberta. A cada movimentação que efetuávamos, imaginávamos que era tudo real. Foi de grande entusiasmo!

Fazemos nossas as palavras da aluna: enfrentamos muitas dificuldades, tivemos que ceder muitas vezes, mas tudo foi de grande descoberta, foi de grande entusiasmo!

Referências Bibliográficas

ALLEVATO, N. S. G. *Associando o computador à resolução de problemas fechados: análise de uma experiência*. Tese de doutorado. Rio Claro: Unesp, 2005.

ALRØ, H. & SKOVSMOSE, O. *Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. & GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

ANDRÉ, M. *O papel da pesquisa na articulação entre saber e prática docente*. In: CLAVES, S. M. & TIBALLI, E. F. (orgs.). *Anais do VII Endipe*, vol. II. Goiânia, 1994.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2004.

BATANERO, C. *Didáctica de la Estadística*. Grupo de Investigación en Educación Estadística, ISBN 84-699-4295-6, Universidad de Granada, Espanha, 2001. Disponível em http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/didacticaestadistica.zip).

BEILLEROT, J. *La Recherche: essai d'analyse.* In : *Recherche et Formation*. INRP, Paris, n. 9, pp. 17-31, 1991.

BICUDO, M. A. V. *Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa segundo a abordagem fenomenológica*. In: BORBA, M. C. & ARAUJO, J. L. (orgs.). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*, pp. 99-112. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BIEMBENGUT, M. S. & HEIN, N. *Modelagem Matemática no Ensino*. 3ª ed. São Paulo: Contexto, 2003.

BOGDAN, R. & BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Lisboa: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C. & ARAÚJO, J. L. (orgs.). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática.* Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BRANCO, J. *Estatística no secundário: o ensino e seus problemas*. In: LOUREIRO, C., OLIVEIRA, F. & BRUNHEIRA, L. (Eds.), *Ensino e aprendizagem da estatística.* Lisboa: SEM-SPCE, 2002.

BUSSAB, W. O. & MORETTIN, P.A. *Estatística Básica*. 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

CARR, W. & KEMMIS, S. *Becoming critical: Education, knowledge and action research*. Londres: Falmer Press, 1986.

CAZORLA, I. M. *O Ensino de Estatística no Brasil*. Disponível em www.quiosquecultural.com.br/estatistica, apresentado no ICOTS 7 e publicado nos anais desse evento, 2006.

CHANCE, B. L. *Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment*. In: *Journal of Statistics Education*, v. 10, n. 3. Disponível em: www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html, 2002.

CHIZZOTTI, A. *Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais*. São Paulo: Cortez, 1998.

CORDANI, L. K. *O Ensino de Estatística na Universidade e a controvérsia sobre os fundamentos da inferência*. Tese de doutorado. USP, São Paulo, 2001.

COSTA, O. L. V. & ASSUNÇÃO, H. G. V. *Análise de risco e retorno em investimentos financeiros*. Barueri, SP: Manole, 2005.

COUTINHO, C. Q. S. *Introdução ao Conceito de Probabilidade pela visão Freqüentista - Estudo Epistemológico e Didático*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica, 1994.

COUTINHO C. Q. S. *Introduction aux Situations Aléatoires dès le Collège: de la modélisation à la simulation d'expériences de Bernoulli dans l'environnement informatique Cabri-géomètre II*. Tese de doutorado. Grenoble: Université Joseph Fourier, 2001.

D'AMBROSIO, U. *Matemática, Ensino e Educação: uma proposta global*. In: *Temas & Debates*, ano IV, v. 3, pp. 1-15. Rio Claro, SP: SBEM, 1991.

D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática– Elo entre tradições e modernidade*. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

D'AMBROSIO, U. *Prefácio*. In: *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. BORBA, M. C. & ARAÚJO, J. L. (orgs.), pp. 11-23. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

D'AMBROSIO, U. *Armadilha da mesmice em Educação Matemática*. In: *BOLEMA*, ano 18, nº 24, pp. 95-109. Rio Claro, SP: UNESP, 2005

DAMODARAN, A. *Finanças corporativas aplicadas – manual do usuário*. Trad. Jorge Ritter. Porto Alegre: Bookman, 2002.

delMAS, R. C. *What makes the Standard deviation larger or smaller?*. In: *Statistics teaching and resource library*. Minneapolis: University of Minnesota. Disponível em: www.starlibrary.net, 2001.

delMAS, R. C. *Statistical literacy, reasoning and learning: a commentary*. In: *Journal of Statistics Education*, v. 10, n. 3. . Disponível em: www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html, 2002.

DEMO, P. *Pesquisa e construção do conhecimento*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.

DICKEL, A. *Que sentido há em se falar em profesor-pesquisador no contexto atual? Contribuições para o debate*. In: GERALDI, C. M. C. et al. (orgs.) *Cartografias do trabalho docente: profesor(a) – pesquisador(a)*, pp. 31-71. Campinas: Mercado das Letras, 1998.

ELLIOT, J. *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madri: Morata, 1991.

FAZENDA, I. (org.) *A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento*. Campinas: Papirus, 1997.

FERREIRA, E. S. *Etnomatemática – Uma proposta metodológica*. Série *Reflexão em Educação Matemática*, vol. 3. Rio de Janeiro: Univ. Santa Úrsula, 1997.

FIORENTINI, D. *Histórias e Investigações de/em Aulas de Matemática*. Campinas: Alínea, 2006

FONSECA, J. S. & MARTINS, G. A. *Curso de Estatística*. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1995.

FRANKENSTEIN, M. *Relearning mathematics: a different third R-radical math(s)*. Vol. 1. Londres: Free Association Books, 1989.

FREIRE, P. *Educação e liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1965.

FREIRE, O. *Extensão ou comunicação?* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1969.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

FREIRE, P. *Education for Critical Consciousness*. Nova Iorque: Continuum - Crossroad Publishing Company, 1974.

FREIRE, P. *Educação e mudança*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GAL, I. *Adult numeracy development: theory, research, practice*. Cresskill, NJ: Hampton Press, 2000.

GAL, I. & GARFIELD, J. *The assessment challenge in statistics education*. Amsterdã: IOS Press, 1997.

GARFIELD, J. & GAL, I. *Teaching and assessing statistical reasoning*. In: *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*, National Council of Teachers of Mathematics, pp. 207-219. Reston, VA: Ed. L. Staff , 1999.

GARFIELD, J. *The statistical reasoning assessment: development and validation of a research tool*. In: *Proceedings of the fifth international conference on teaching statistics*, pp. 781-786, International Statistical Institute. Mendoza, Voorburg, Holanda: Ed. L. Pereira, 1998.

GARFIELD, J. *The challenge of developing statistical reasoning*. In: *Journal of Statistics Education*, v. 10, n. 3. Disponível em: www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html, 2002.

GERALDI, C. M. C.; FIORENTINI, D. & PEREIRA, E. M. de A. (orgs.). *Cartografias do trabalho docente: profesor(a)-pesquisador(a).* Campinas, SP: Mercado de Letras, 1998.

GIROUX, H. A. *Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica*. Trad. Daniel Bueno. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GITMAN, L. J. *Princípios da administração financeira*. 10ª ed. São Paulo: Addison Wesley Bra, 2004.

GOLDENBERG, M. *A Arte de Pesquisar – como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2003.

HALFELD, M. *Investimentos – como administrar melhor seu dinheiro*. 2ª ed. São Paulo: Ed. Fundamento Educacional, 2005.

HESS, A. *Gestão financeira de negócios.* 3ª ed. Americana, SP: Cart Impress, 2005.

HOERL, R. W. *Introductory statistical education: radical redesign is hended, or is it?*. In: *Newsletter for the section on Statistical Education of the American Statistical Association*, 1997. Disponível em: rendir.vill.edu/~short/StatEd/v3n1/Hoerl.html.

HUBBARD, R. *Assessment and the process of learning Statistics*. In: *Journal of Statistics Education*, v. 5, n. 1. Disponível em: www.amstat.org/publications/jse/v5n1/hubbard.html, 1997.

JACOBINI, O. R. *A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula.* Tese de doutorado. Rio Claro, SP: Unesp – IGCE, 2004.

KADER, G. D. & PERRY, M. *A framework for teaching statistics within the K-12 Mathematics curriculum*. Appalachian State Univerity, USA: Anais do ICOTS-7 de Salvador-BA, 2006.

KAHNEMAN, D., SLOVIC, P. & TVERSKY, A. *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1982.

KONOLD, C. *Informal conceptions of probability*. In: *Cognition and Instruction*, n. 6, pp. 59-98. USA: Academic Press, 1989.

LECOUTRE, M. P. *Cognitive models and problems spaces in purely random situations*. In: *Educational Studies in Mathematics*, n. 23. pp. 557-568, 1992.

LÜDKE, M. et al. *O professor e a pesquisa*. 3ª. ed. Campinas: Papirus, 2004.

LUNA, S. V. *Planejamento de Pesquisa: uma introdução*. São Paulo: Educ, 1998.

LUQUET, M. & ROCCO, N. Guia Valor Econômico de investimentos em ações. São Paulo: Globo, 2005.

MALLOWS, C. *The zeroth problem*. In: The American Statistician, 52, 1-9, 1998.

MATOS, O. C. *Econometria básica – teoria e aplicações*. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

McLAREN, P. *Life in schools: an introduction to critical pedagogy in the foundations of education*. 3ª. ed. Nova Iorque: Allyn & Bacon / Longman Publishers, 1998.

MELLO, G. N. *Afinal, o que é competência?* In: *Nova Escola*, n. 160, março. São Paulo: Grupo Abril, 2003.

MOORE, D. *Teaching statistics as a respectable subject*. In: Statistics for the twenty-first century, The Mathematical Association of America, pp.14-25. Washington DC: F. and S. Gordon, 1992.

MOORE, T. (2001). *Teaching statistics: resources for undergraduate instructors*. Mathematical Association of America. Washington DC: F. and S. Gordon, 2001.

NISBETT, R. *Rules for reasoning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1993.

ORTIZ DE HARO, J. J. *Significado de conceptos probabilísticos en los textos de Bachillerato*. Tese de doutorado. Departamento de Didática da Matemática. Universidade de Granada, Espanha, 1999.

PEREIRA, E. M. de A. et al. (orgs.). *Cartografias do trabalho docente: profesor(a)-pesquisador(a),* pp. 33-72. Campinas: Mercado de Letras, 1998.

PONTE, J. P. et al. *Investigações Matemáticas na Sala de Aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

PFANNKUCH, M. & WILD, C. *Towards an Understanding of Statistical Thinking*. In: *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*, pp.17-46. Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2004.

RUMSEY, D. J. *Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses*. In: *Journal of Statistics Education*, v. 10, n. 3. . Disponível em: www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html, 2002.

SÁNCHES-COBO, F. T. *Análisis de la exposición teórica y de los ejercicios de correlación y regresión en los textos de Bachillerato*. Memoria de Tercer Ciclo. Universidade de Granada, Espanha, 1996.

SARTRE. *El hombre y las cosas*. Buenos Aires: Losada S.A, 1965.

SCHÖN, D. A. *The reflective practitioner: how professionals think in action*. USA: Basic Books, 1983.

SEDLMEIER, P. *Improving statistical reasoning: theoretical models and practical implication*. Mahwah, NJ: Springer Verlag, 1999.

SHULMAN, L. S. *Professing educational scholarship*. In: *Issues in education research: problems and possibilities*, LAGEMAN, E. C. & SCHULMAN, L. S. (orgs), pp. 159-165. São Francisco, EUA: Jossey-Bass Publishers, 1999.

SKOVSMOSE, O. *Cenários de investigação*. In: *Bolema – Boletim de Educação Matemática,* v. 13, n. 14, p. 66-91, Rio Claro: UNESP, 2000.

SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica – A Questão da Democracia*. 2ª ed. Campinas: Papirus, 2004.

SKOVSMOSE, O. *Guetorização e globalização: um desafio para a Educação Matemática*. In: *Zetetiké*, v. 13, n. 24, pp. 113-142. Campinas: UNICAMP – Faculdade de Educação, 2005.

SMITH, G. *Learning Statistics by Doing Statistics*. In: *Journal of Statistics Education*, v. 6, n. 3. Disponível em: http://www.amstat.org/publications/jse/v6n3/smith.html, 1998.

SNEE, R. D. *Discussion: development and use of statistical thinking: a new era*. In*: Internacional Statistical Review*, 67, 255-258, 1999.

SPIEGEL, M. R. *Estatística*. Trad. Pedro Cosentino. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977.

SOUSA, O. *Investigações Estatísticas no 2o. ciclo do ensino básico*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa, Portugal, 2002.

STENHOUSE, L. *An introduction to curriculum, research and development*. Londres: Heinemann, 1975.

TARDIF, M.; BORGES, C. & NUNES, C. *O conhecimento dos professores: a gênese ideológica num campo de pesquisa*. Trabalho apresentado no X Endipe. Rio de Janeiro, maio-junho, 2000.

WATSON, J. *Assessing statistical thinking using the media*. In: *The assessment challenge in statistics education.* GAL, I. e GARFIELD, J. (orgs). Amsterdã: IOS Press and International Statistical Institute, 1997.

WESTON, J. F. & BRIGHAM, E. F. *Fundamentos da Administração Financeira*. 10ª ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

WODEWOTZKI, M. L. L. & JACOBINI, O. R. *O ensino de estatística no contexto da educação matemática.* In: *Educação Matemática – pesquisa em movimento*. BICUDO, M. A. V. & BORBA, M. C. (orgs), pp. 232-249. São Paulo: Cortez, 2004.

WONNACOTT, T. H. & WONNACOTT, R. J. *Introdução à Estatística*. Trad. de Alfredo Alves de Farias. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1980.

ZEICHNER, K. *A formação reflexiva de professores: idéias e práticas.* Lisboa: Educa, 1993

Anexo 1: Relatório

No dia 06/05/2005 foi realizada, no auditório principal da FICS[63], a mesa-redonda sobre o tema Mercado de Capitais: Estratégias de Investimento, que contou com a participação dos seguintes debatedores: Prof. Aurélio Hess, Prof. Celso R. Campos e Engº Renato O. Fraga.

O público convidado para assistir aos debates foi composto pelos alunos dos cursos de graduação em Ciências Econômicas e em Administração de Empresas da referida instituição.

Segue abaixo um resumo do que foi apresentado pelos três palestrantes.

Prof. Aurélio Hess

O professor abriu sua palestra apresentando aos ouvintes o conceito de Mercado de Capitais, relacionando-o ao Mercado Acionário Brasileiro. Ele procurou abordar as seguintes questões:

- O que é o Mercado de Capitais?
- Para que serve o Mercado de Capitais?
- Para quem é bom e para quem é ruim o Mercado de Capitais?
- Como posso acessar o Mercado de Capitais?
- Como posso obter informações sobre o Mercado de Capitais?

Em seguida, o professor mostrou como oscilam os investimentos em fundos de renda fixa e em fundos de ações, abordando os preços das ações e os efeitos de sobre-reação.

Em seguida, o prof. Aurélio mostrou que o conceito de volatilidade está relacionado à variabilidade do valor da ação e à sua sensibilidade, ou vulnerabilidade, a determinados eventos. Ele explicou que as "ações de alta volatilidade" são aquelas que sofrem maior impacto em seu valor a cada novo acontecimento relevante e as "ações de baixa volatilidade" são aquelas que sofrem pequeno impacto em seu valor.

[63] Faculdades Integradas Campos Salles

Na seqüência, o professor definiu o risco – que é a variabilidade do retorno – e enumerou os riscos que os investidores assumem ao investir no Mercado de Capitais, que são:

- Necessidade financeira em momento desfavorável.
- Risco do negócio.
- Mercado.
- País.
- Risco mundo.
- Fraudes.

Paralelamente ao risco, o professor explicou os ganhos que se pode obter no referido mercado, que são:

- Dividendos
- JSCP
- Bonificação
- Subscrição de ações
- Ganhos de capital

Para investir no Mercado de Capitais, o professor recomendou que um estudo combinado de indicadores fundamentalistas e grafistas mais importantes. Os indicadores fundamentalistas apontam quais os papéis ideais para investimento e os indicadores técnicos ou gráficos indicam quando é hora certa para comprar ou vender os papéis.

Focando na análise fundamentalista, o prof. mostrou que a avaliação das melhores opções de investimento deve levar em conta os seguintes aspectos:

- PayBack do investimento na empresa.
- Subvalorização ou supervalorização dos preços das ações da empresa.
- Características de distribuição de lucros da empresa.
- Margem de lucro.
- Rentabilidade.
- Endividamento.

- Estratégias de crescimento e modernização.
- Maiores investidores e investidores controladores.
- Panorama do mercado.
- Outros.

Em seguida o professor explicou como eleger os indicadores mais importantes e como acessá-los. Finalizando sua apresentação, o professor Aurélio Hess falou sobre os seguintes tópicos:

- O que é a Bolsa de Valores
- O que são as corretoras de Valores
- O que é After Market
- O que é Home broker
- O que é day-trade
- Como funciona a Bolsa de Valores

Prof. Celso Ribeiro Campos

A palestra do professor Celso iniciou-se com uma breve exposição sobre o conceito estatístico de probabilidade e o prof. fez uma alusão ao jogo, para exemplificar o risco que se submete ao investir no Mercado de Capitais.

Em seguida, o professor passou a focar as estratégias de investimento ligadas à análise grafista, ou seja, como a estatística e os números podem atuar em favor do investidor do Mercado de Capitais.

Inicialmente, o professor explicou o conceito de retorno e mostrou como calcular a taxa de retorno de um ativo financeiro. Em seguida, o prof. explicou que não se pode tomar como base um valor único de retorno, mas sim deve-se fazer um estudo histórico do valor do ativo financeiro e então calcular o retorno em períodos fixos, sendo o mais comum o diário. Com uma série histórica de retornos, pode-se calcular a média aritmética desses retornos, que é o que se chama de retorno esperado de um ativo financeiro.

Continuando, o professor Celso falou sobre o risco dos ativos financeiros, e apresentou a definição estatística desse risco, como sendo o desvio-padrão dos retornos, ou seja, o

risco estatístico de uma ação é representado pela variabilidade dessa ação ao longo de uma série histórica. Foi explicado então, como calcular esse risco, mediante o uso de uma fórmula do desvio-padrão para dados brutos.

Os investidores, segundo o professor Celso, não compram um ativo apenas, mas constituem um conjunto de ativos para seu investimento, o que costuma se chamar de 'carteira de ativos'. Assim, o professor explicou como calcular o retorno esperado de uma carteira, ponderando cada retorno individual pela proporção do capital nele aplicado.

Em seguida, o professor destacou que:

- Um ativo ideal seria aquele com valor de retorno alto e risco baixo.

- Essa relação em geral não ocorre, ou seja, a tendência é que os ativos com alto retorno apresentem também alto risco.

- Os fundos de renda fixa oferecidos pelas instituições bancárias podem ser considerados ativos de risco muito baixo.

O professor disse que uma dica importante é evitar compor uma carteira com empresas que atuem num mesmo segmento do mercado, pois existe tendência a haver forte correlação positiva entre esses ativos, o que não é recomendável. A composição mais recomendável para se minimizar o risco é compor carteiras com ativos de correlação negativa, que tende a minimizar o risco do investimento.

Como exemplo, o professor apresentou uma pequena série histórica do ativo Bradesco PN e mostrou o cálculo do risco e do retorno desse ativo.

Explicando que o cálculo do risco/retorno de um ativo ajuda a decidir se vale a pena investir nele, o professor mostrou que, a decisão sobre o momento de se fazer a compra ou a venda do ativo podem ser facilitados com uma regressão econométrica:

- De posse de uma série histórica dos valores de fechamento de um ativo qualquer, pode-se determinar a reta/curva ideal de regressão para esse ativo.

- As formas funcionais mais utilizadas para esse fim são: linear, logarítmica, exponencial, hiperbólica, quadrática e logística.

- Em modelos com apenas uma variável explicativa, a forma funcional mais adequada pode ser escolhida em função da magnitude do coeficiente de determinação (R^2) e da estatística F.

- As funções de regressão e as estatísticas de avaliação (R^2 e F) podem ser obtidas com auxílio do aplicativo Excel, acessando as opções *Ferramentas → Análise de Dados → Regressão*.

- Com a regressão pronta, usa-se a função matemática para efetuar decisões de comprar ou vender ações do ativo analisado. Seja um instante t, no qual o ativo i apresenta um preço Si(t):

I) Se Si(t) for menor do que o valor do ativo calculado pela forma funcional de regressão, recomenda-se a compra desse ativo.

II) Se Si(t) for maior do que o valor do ativo calculado pela forma funcional de regressão, recomenda-se a venda desse ativo.

O professor esclareceu que a regressão econométrica não influencia a decisão de investir ou não em um certo ativo. Ela apenas auxilia na movimentação das contas de investimento e na percepção do melhor momento para comprar ou vender um ativo em carteira. Usando o exemplo do ativo Bradesco PN, o professor fez a regressão econométrica e procedeu a uma simulação de decisão para compra ou venda do ativo, encerrando assim a sua palestra.

Engº Renato Oliveira Fraga

O engenheiro Renato, que é um estudioso e investidor do Mercado de Capitais iniciou sua palestra explicando quando, como e por que resolveu investir no mercado de ações. Trabalhando como engenheiro de telecomunicações em uma empresa privada, o engenheiro Renato buscava diferentes formas de investir o seu dinheiro. Quando resolveu se informar sobre o mercado de capitais, ficou seduzido pelas possibilidades de

ganhos altos, mas percebeu que somente estudando profundamente o comportamento do mercado é que poderia ter mais segurança para fazer aplicações. Ele contou que foi até a BOVESPA e lá fez dois cursos oferecidos pela instituição, com o intuito de aprender o funcionamento do mercado. Depois disso, ele contou que acessou um site de investimentos e iniciou aí as suas aplicações virtuais.

Depois de simular por algum tempo e perceber que poderia realmente obter bons lucros, o engenheiro Renato resolveu partir para a ação. Escolheu alguns papéis e investiu parte de seu patrimônio. Depois de alguns sustos iniciais, começou a ter lucro e, com isso, chamou a atenção de alguns de seus colegas de trabalho, que também se interessaram por esse tipo de investimento. Foi então que, sob orientação da BOVESPA, o eng. Renato procurou uma corretora e abriu um clube de investimentos.

Em seguida, o engenheiro Renato explicou o que é um clube de investimentos, como funciona, quais as regras, etc. Ele contou que o seu clube tem hoje pouco mais de um ano e meio de funcionamento e já rendeu mais de 115% nesse período. Atualmente, mais de 100 pessoas investem em seu clube. O engenheiro Renato contou que existem pessoas que investem R$50,00 por mês, ou seja, fazem sua poupança no clube, e existem pessoas que investem R$5.000,00 uma vez e deixam o dinheiro lá, sem fazer novos investimentos ou retiradas.

O sucesso de seu clube de investimentos foi tanto que o engenheiro Renato foi convidado a dar entrevistas para o jornal Valor Econômico, onde foi matéria de capa, e para a revista Isto É Dinheiro.

O engenheiro Renato contou, então, sua experiência no pregão e explicou como os operadores fazem para negociar as ações. Um aspecto interessante revelado pelo engenheiro Renato é que é possível identificar um bom momento para o investimento apenas pelo humor dos operadores. Continuando sua explanação, o engenheiro comentou também sobre os termos usados pelos investidores e chamou a atenção para o que os especialistas chamam de ‘dinheiro esperto’ e ‘massa’.

Aproveitando o que os dois palestrantes anteriores haviam apresentado, o engenheiro mostrou como os aspectos fundamentalistas explicados pelo prof. Aurélio e as análises grafistas apresentadas pelo prof. Celso se relacionam na decisão de investir neste ou naquele papel.

A palestra foi encerrada com a explicação sobre os especuladores do mercado e as operações de alto risco realizadas em apenas um dia.

Debate

Seguiu-se às três apresentações uma sessão de debates, com os alunos participando fazendo perguntas e os palestrantes se revezando nas respostas. Destacaram-se nessa rodada de perguntas o questionamento sobre as dicas de papéis "quentes" para se investir no curto prazo. Muitos alunos demonstraram grande interesse pelo clube de investimentos e perguntaram mais detalhes ao engenheiro Renato.

Em seguida, o prof. Eduardo Basaglia, diretor da FICS, deu por encerrada a palestra agradecendo aos alunos presentes e, especialmente, aos debatedores.

Anexo 2: Petrobrás PN

Tabela de valores de fechamento do ativo Petrobras PN (PETR4) na BOVESPA, com as respectivas médias móveis de 20 e de 60 dias.

	data	$ fech	média 20	média 60
1	21/10/2004	22,78		
2	22/10/2004	22,90		
3	25/10/2004	22,92		
4	26/10/2004	22,62		
5	27/10/2004	22,77		
6	28/10/2004	22,46		
7	29/10/2004	22,57		
8	1/11/2004	22,68		
9	3/11/2004	22,62		
10	4/11/2004	22,75	22,65	
11	5/11/2004	23,14	22,62	
12	8/11/2004	22,85	22,56	
13	9/11/2004	22,67	22,50	
14	10/11/2004	22,99	22,51	
15	11/11/2004	23,08	22,50	
16	12/11/2004	23,14	22,49	
17	16/11/2004	22,05	22,49	
18	17/11/2004	22,23	22,51	
19	18/11/2004	21,96	22,51	
20	19/11/2004	21,86	22,50	
21	22/11/2004	22,15	22,48	
22	23/11/2004	21,76	22,46	
23	24/11/2004	21,64	22,45	
24	25/11/2004	22,80	22,39	
25	26/11/2004	22,66	22,35	
26	29/11/2004	22,28	22,31	
27	30/11/2004	22,44	22,33	
28	1/12/2004	23,11	22,35	
29	2/12/2004	22,68	22,41	
30	3/12/2004	22,54	22,46	22,65
31	6/12/2004	22,74	22,50	22,64
32	7/12/2004	22,44	22,58	22,63
33	8/12/2004	22,45	22,65	22,61
34	9/12/2004	21,84	22,67	22,61
35	10/12/2004	22,20	22,71	22,61
36	13/12/2004	22,34	22,76	22,61
37	14/12/2004	22,53	22,82	22,61
38	15/12/2004	22,66	22,84	22,61
39	16/12/2004	23,09	22,85	22,61
40	17/12/2004	22,88	22,84	22,61
41	20/12/2004	22,85	22,83	22,61
42	21/12/2004	23,37	22,83	22,63
43	22/12/2004	23,02	22,83	22,66
44	23/12/2004	23,34	22,85	22,68
45	27/12/2004	23,37	22,87	22,71
46	28/12/2004	23,40	22,87	22,73
47	29/12/2004	23,64	22,88	22,77
48	30/12/2004	23,47	22,88	22,82

49	3/1/2005	22,75	22,85	22,86
50	4/1/2005	22,48	22,83	22,91
51	5/1/2005	22,40	22,81	22,96
52	6/1/2005	22,46	22,74	23,02
53	7/1/2005	22,56	22,69	23,09
54	10/1/2005	22,27	22,63	23,16
55	11/1/2005	22,51	22,60	23,23
56	12/1/2005	22,39	22,57	23,31
57	13/1/2005	22,61	22,51	23,37
58	14/1/2005	22,73	22,47	23,42
59	17/1/2005	22,58	22,47	23,50
60	18/1/2005	22,34	22,49	23,59
61	19/1/2005	22,47	22,54	23,68
62	20/1/2005	21,97	22,59	23,76
63	21/1/2005	22,00	22,69	23,84
64	24/1/2005	22,29	22,79	23,92
65	26/1/2005	22,75	22,91	23,98
66	27/1/2005	22,70	23,02	24,04
67	28/1/2005	22,41	23,11	24,08
68	31/1/2005	22,78	23,21	24,13
69	1/2/2005	22,66	23,32	24,18
70	2/2/2005	22,99	23,45	24,22
71	3/2/2005	23,24	23,58	24,27
72	4/2/2005	23,50	23,75	24,29
73	9/2/2005	24,54	23,94	24,32
74	10/2/2005	24,43	24,16	24,34
75	11/2/2005	24,83	24,39	24,36
76	14/2/2005	24,60	24,60	24,37
77	15/2/2005	24,41	24,76	24,38
78	16/2/2005	24,76	24,95	24,40
79	17/2/2005	24,81	25,19	24,45
80	18/2/2005	24,81	25,43	24,50
81	21/2/2005	25,12	25,67	24,54
82	22/2/2005	25,31	25,87	24,58
83	23/2/2005	25,84	26,00	24,62
84	24/2/2005	26,71	26,10	24,66
85	25/2/2005	27,31	26,16	24,69
86	28/2/2005	26,87	26,22	24,73
87	1/3/2005	25,76	26,26	24,75
88	2/3/2005	26,50	26,30	24,76
89	3/3/2005	27,41	26,36	24,77
90	4/3/2005	27,85	26,40	24,78
91	7/3/2005	27,96	26,42	24,80
92	8/3/2005	27,63	26,39	24,82
93	9/3/2005	27,15	26,32	24,83
94	10/3/2005	26,42	26,23	24,85
95	11/3/2005	25,99	26,08	24,87
96	14/3/2005	25,80	25,93	24,88
97	15/3/2005	25,12	25,87	24,88
98	16/3/2005	25,65	25,79	24,88
99	17/3/2005	25,91	25,69	24,89
100	18/3/2005	25,60	25,58	24,89
101	21/3/2005	25,53	25,42	24,89
102	22/3/2005	24,83	25,28	24,90

103	23/3/2005	24,47	25,17	24,89
104	24/3/2005	24,78	25,07	24,89
105	28/3/2005	24,33	25,01	24,87
106	29/3/2005	23,96	24,94	24,86
107	30/3/2005	24,49	24,89	24,84
108	31/3/2005	24,91	24,78	24,81
109	1/4/2005	25,49	24,63	24,78
110	4/4/2005	25,49	24,49	24,76
111	5/4/2005	24,86	24,39	24,73
112	6/4/2005	24,83	24,31	24,71
113	7/4/2005	24,89	24,23	24,68
114	8/4/2005	24,53	24,17	24,63
115	11/4/2005	24,66	24,14	24,58
116	12/4/2005	24,53	24,10	24,53
117	13/4/2005	24,04	24,00	24,52
118	14/4/2005	23,40	23,92	24,49
119	15/4/2005	23,01	23,80	24,44
120	18/4/2005	22,79	23,67	24,40
121	19/4/2005	23,55	23,60	24,36
122	20/4/2005	23,25	23,55	24,33
123	22/4/2005	22,84	23,51	24,29
124	25/4/2005	23,53	23,50	24,26
125	26/4/2005	23,77	23,45	24,24
126	27/4/2005	23,11	23,41	24,22
127	28/4/2005	22,55	23,38	24,22
128	29/4/2005	23,18	23,34	24,21
129	2/5/2005	23,11	23,34	24,20
130	3/5/2005	23,02	23,38	24,20
131	4/5/2005	23,36	23,40	24,20
132	5/5/2005	23,80	23,44	24,23
133	6/5/2005	24,22	23,50	24,27
134	9/5/2005	24,26	23,50	24,30
135	10/5/2005	23,72	23,51	24,34
136	11/5/2005	23,77	23,57	24,39
137	12/5/2005	23,31	23,68	24,41
138	13/5/2005	22,69	23,76	24,45
139	16/5/2005	23,00	23,84	24,47
140	17/5/2005	23,59	23,96	24,49
141	18/5/2005	23,82	24,07	24,52
142	19/5/2005	24,05	24,15	24,56
143	20/5/2005	24,09	24,20	24,59
144	23/5/2005	23,59	24,22	24,64
145	24/5/2005	24,02	24,26	24,68
146	25/5/2005	24,20	24,32	24,72
147	27/5/2005	24,73	24,40	24,77
148	30/5/2005	24,85	24,51	24,83
149	31/5/2005	24,67	24,62	24,90
150	1/6/2005	25,42	24,71	24,98
151	2/6/2005	25,54	24,82	25,04
152	3/6/2005	25,51	24,94	25,09
153	6/6/2005	25,23	25,07	25,14
154	7/6/2005	24,58	25,23	25,18
155	8/6/2005	24,61	25,38	25,22
156	9/6/2005	24,83	25,49	25,28

157	10/6/2005	24,95	25,56	25,36
158	13/6/2005	24,82	25,68	25,41
159	14/6/2005	25,27	25,79	25,47
160	15/6/2005	25,50	25,85	25,54
161	16/6/2005	25,88	25,89	25,61
162	17/6/2005	26,42	25,97	25,66
163	20/6/2005	26,82	26,06	25,72
164	21/6/2005	26,72	26,20	25,79
165	22/6/2005	26,99	26,33	25,87
166	23/6/2005	26,54	26,42	25,95
167	24/6/2005	26,13	26,53	26,04
168	27/6/2005	27,18	26,64	26,14
169	28/6/2005	26,86	26,75	26,25
170	29/6/2005	26,65	26,85	26,36
171	30/6/2005	26,33	26,90	26,46
172	1/7/2005	27,05	26,89	26,57
173	4/7/2005	27,03	26,85	26,68
174	5/7/2005	27,33	26,82	26,79
175	6/7/2005	27,23	26,78	26,88
176	7/7/2005	26,65	26,79	26,97
177	8/7/2005	27,13	26,83	27,06
178	11/7/2005	27,00	26,79	27,15
179	12/7/2005	27,50	26,77	27,24
180	13/7/2005	27,46	26,80	27,33
181	14/7/2005	27,00	26,86	27,43
182	15/7/2005	26,20	26,87	27,51
183	18/7/2005	26,03	26,91	27,61
184	19/7/2005	26,13	26,97	27,73
185	20/7/2005	26,25	27,03	27,86
186	21/7/2005	26,59	27,12	27,98
187	22/7/2005	26,98	27,19	28,10
188	25/7/2005	26,40	27,29	28,23
189	26/7/2005	26,49	27,39	28,35
190	27/7/2005	27,17	27,51	28,47
191	28/7/2005	27,60	27,66	28,61
192	29/7/2005	27,25	27,88	28,73
193	1/8/2005	27,81	28,11	28,85
194	2/8/2005	28,43	28,32	28,97
195	3/8/2005	28,60	28,48	29,09
196	4/8/2005	28,30	28,63	29,23
197	5/8/2005	28,55	28,78	29,39
198	8/8/2005	29,09	28,99	29,53
199	9/8/2005	29,55	29,17	29,70
200	10/8/2005	29,70	29,35	29,86
201	11/8/2005	30,05	29,53	30,01
202	12/8/2005	30,60	29,69	30,15
203	15/8/2005	30,75	29,85	30,30
204	16/8/2005	30,20	30,02	30,45
205	17/8/2005	29,53	30,21	30,59
206	18/8/2005	29,54	30,41	30,74
207	19/8/2005	29,95	30,59	30,89
208	22/8/2005	30,55	30,76	31,01
209	23/8/2005	30,08	30,92	31,10
210	24/8/2005	30,93	31,07	31,17

211	25/8/2005	31,05	31,26	31,25
212	26/8/2005	30,45	31,43	31,33
213	29/8/2005	31,13	31,57	31,44
214	30/8/2005	31,74	31,77	31,52
215	31/8/2005	32,50	32,01	31,61
216	1/9/2005	32,30	32,27	31,70
217	2/9/2005	32,10	32,56	31,76
218	5/9/2005	32,49	32,82	31,83
219	6/9/2005	32,73	33,16	31,88
220	8/9/2005	32,71	33,42	
221	9/9/2005	33,85	33,65	
222	12/9/2005	34,00	33,89	
223	13/9/2005	33,65	34,13	
224	14/9/2005	34,18	34,37	
225	15/9/2005	34,32	34,52	
226	16/9/2005	34,77	34,69	
227	19/9/2005	35,65	34,88	
228	20/9/2005	35,67	34,99	
229	21/9/2005	37,01	34,99	
230	22/9/2005	36,04	34,93	
231	23/9/2005	35,78	34,82	
232	26/9/2005	35,20	34,70	
233	27/9/2005	35,98	34,62	
234	28/9/2005	36,42	34,48	
235	29/9/2005	35,54	34,32	
236	30/9/2005	35,65	34,19	
237	3/10/2005	36,00	33,93	
238	4/10/2005	34,60	33,69	
239	5/10/2005	32,75	33,32	
240	6/10/2005	31,50		
241	7/10/2005	31,70		
242	10/10/2005	31,50		
243	11/10/2005	32,10		
244	13/10/2005	31,40		
245	14/10/2005	31,18		
246	17/10/2005	32,14		
247	18/10/2005	30,40		
248	19/10/2005	31,00		
249	20/10/2005	29,46		

Fonte: www.infomoney.com.br (apenas os valores de fechamento).

Anexo 3 : Resumo do filme *O Jardineiro Fiel*

Direção: Fernando Meirelles

Elenco: Ralph Fiennes, Rachel Weisz, Danny Huston, Bill Nighy, Pete Postlethwaite

Ano de Produção: 2005

Duração: 128 min

Realização: Focus Features / Universal Pictures

"O Jardineiro Fiel" é uma história de amor trágica, madura e adulta e, ao mesmo tempo, um thriller contundente sobre os bastidores da indústria farmacêutica, com sérias implicações políticas.

Um alto funcionário da diplomacia inglesa se envolve com uma militante de causas humanitárias. Ele, um homem discreto, que costuma passar boa parte do tempo livre cuidado do jardim. Ela, espirituosa, apaixonada pelo que faz e árdua defensora dos mais fracos. Depois de se casarem, Justin (Ralph Fiennes) e Tessa (Rachel Weisz) têm um filho e se mudam para a África.

No novo país ela se envolve em causas humanitárias e trabalha ao lado do médico Arnold Bluhm. A atuação da dupla em comunidades pobres e cheias de doentes, no entanto, é uma pedra no sapato de autoridades e empresários da indústria farmacêutica, que testam um novo medicamento na África. Tessa não conta ao marido o que anda fazendo, chega tarde em casa e sempre está acompanhada do amigo de trabalho, o que desperta a suspeita de que os dois têm um caso.

Um dia, enquanto cuidava de suas plantas, Justin recebe do amigo Sandy a notícia de que a mulher foi encontrada morta num local isolado. Ele começa, então, a vasculhar as coisas dela para descobrir quem teria interesse em tirar sua vida. A primeira revelação que tem é o forte indício da infidelidade dela. Mas Justin percebe logo que uma conspiração de médicos, políticos e empresários pode ter relação com a morte da esposa. Ele viaja pela Europa e visita o interior da África numa busca frenética de provas para descobrir quem a matou o que ela fazia de tão misterioso e incomodava tantas pessoas.

Apesar de conter comentários sociais ou políticos em quantidade e densidade abundantes, "O Jardineiro Fiel" é sobretudo um filme de personagens. Justin Quayle é um dos protagonistas mais interessantes dos últimos anos. Introspectivo, discreto, mas também emocionalmente distante, frágil até. Só depois da morte da mulher, ele começa dolorosamente a perceber que jamais a conheceu de verdade – sequer conseguia perceber a dimensão do amor que ela sentia por ele. Meirelles apresenta a trágica jornada desse homem de maneira firme; sua consciência vai

mudando lentamente, à medida que a investigação prossegue e novos fatos vão se avolumando.

Tessa, por sua vez, é uma figura feminina fascinante. Ela é dura, de personalidade forte, agressiva, mas na intimidade de revela doce, carinhosa, até mesmo carente. Na primeira metade da trama, Meirelles dá corda ao espectador e explora esses detalhes, criando muitas cenas de flashbacks com base nas memórias de Justin. Quando ele espia o conteúdo dos e-mails da esposa, involuntariamente encontra um pequeno vídeo feito por ela que demonstra o quanto ela o ama. Ela o adora, mas está se envolvendo em coisas perigosas, e por isso permanece emocionalmente distante, a fim de preservá-lo. É um sinal de amor, embora para ele parecesse outra coisa.

Para completar, os dois atores interpretam com pequenos toques que enriquecem ainda mais os personagens. Por exemplo, o tímido Justin fala sempre com um tom de voz baixo e quase não revela emoções. É um homem contido até na hora em que recebe a notícia da morte da esposa. Quando conversa pessoalmente, mesmo com amigos, o diplomata jamais toca no interlocutor, uma característica típica de quem é muito tímido. Tessa, ao contrário, é desenvolta, olha diretamente nos olhos, fala com energia juvenil e está sempre fazendo um carinho naqueles com quem conversa – um aperto de mão, um toque nos cabelos, um abraço. São detalhes que conferem credibilidade ao longa-metragem como um todo.

Texto compilado de:

Marco Lacerda em www.guiadasemana.com.br/dvd.asp?ID=19&cd_film=905

Rodrigo Carreiro em www.cinereporter.com.br/scripts/monta_noticia.asp?nid=1242

Anexo 4: *The Constant Gardener*

Baseado na obra de John Le Carré, **O Jardineiro Fiel** tem direção do brasileiro Fernando Meirelles, o mesmo de *Cidade de Deus*. As filmagens ocorreram no Quênia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Nas seqüências em que são mostradas cenas no ponto de vista de Justin, o ator Ralph Fiennes operou a câmera.

O Jardineiro Fiel é um filme que se sai admiravelmente bem em diversos campos: é tenso como um bom *thriller* deve ser; comove como um ótimo drama; e, o mais importante, provoca discussão em função das denúncias que faz e da realidade trágica que retrata. É impossível, depois de assistir a este filme, ignorar o desastre social de um continente cuja população miserável é submetida a todo tipo de abuso: fome, doenças, genocídios promovidos por milícias compostas por psicopatas e, ainda por cima, a exploração sistemática por parte de empresas do primeiro mundo – que ainda se dão ao luxo de racionalizar suas ações com a justificativa doentia de que, de uma forma ou de outra, aquelas pessoas 'morreriam de todo jeito'.

O filme não faz a menor concessão à 'sensibilidade' pasteurizada do Cinema do primeiro mundo, que costuma maquiar até mesmo a mais brutal das realidades, *O Jardineiro Fiel* retrata a miséria colossal da África de maneira angustiante. Com uma fotografia granulada que dá ênfase às cores mais quentes, o visual concebido por Meirelles e por César Charlone é suficientemente (e corretamente) cru para evitar qualquer tipo de confusão com relação ao que significa viver naquele universo – e os planos realizados com a câmera na mão nos levam a mergulhar ainda mais naquela tragédia social (além disso, o filme retrata o enorme abismo entre ricos e pobres ao mostrar, por meio de um único e elegante movimento de câmera, a proximidade geográfica entre um campo de golfe restrito aos milionários e a colossal favela localizada ao lado).

Para uma indústria que movimenta bilhões de dólares, quanto vale uma vida humana? Ou cem? Ou cinqüenta mil? Para os grandes laboratórios farmacêuticos, desenvolver e comercializar uma droga capaz de combater doenças com grande ocorrência é um investimento que significa milhões, mas que é capaz, em contrapartida, de gerar fortunas incalculáveis – e não é incomum, infelizmente, que medicamentos ainda não totalmente testados recebam o selo de aprovação dos órgãos reguladores e cheguem aos mercados: muitas vezes, manipular as estatísticas de pesquisas

laboratoriais é um risco menor do que gastar outros tantos milhões a fim de corrigir possíveis efeitos indesejados. Casos como o do Vioxx, da Talidomida, do Celebra e do Bextra são exemplos de que nem sempre os remédios que chegam às farmácias foram testados com o rigor necessário.

Porém, ainda mais assustador do que este fato é saber que, se há uma falta de controle adequado na aprovação dos medicamentos, a fiscalização torna-se ainda mais falha durante o período de testes – e é isto que descobre Tessa Quayle, a ativista interpretada por Rachel Weisz em *O Jardineiro Fiel.* Ela decide investigar os procedimentos escusos de uma companhia que está testando um remédio contra a tuberculose na população local. Suspeitando de que os habitantes mais miseráveis do país estão servindo como cobaias de um experimento sem a menor segurança, Tessa se une ao médico Arnold Bluhm (Koundé) para denunciar as ações da empresa responsável pelos testes para as autoridades britânicas. Sua luta chega ao fim de forma trágica: quando o filme começa, somos informados de que a moça foi brutalmente assassinada e passamos a acompanhar a trajetória de seu marido, Justin (Fiennes), em busca dos responsáveis pelo crime.

A personagem Tessa conquista o espectador com seu idealismo irrefreável que não se limita a protestos verbais, já que ela está sempre pronta a partir para a ação – e, afastando-se de qualquer postura demagógica, ela insiste até mesmo em dar à luz em um hospital popular, negando qualquer tratamento diferenciado por ser esposa de um diplomata. Enquanto isso, Justin, embora respeite as decisões e atitudes da esposa, não é um homem movido por paixões: condicionado pela profissão a manifestar-se de forma sempre contida e racional, ele é o tipo de pessoa que prefere abster-se enquanto a situação se resolve por si mesma – e, como a maior parte dos indivíduos passivos, não acredita que sua omissão seja algo particularmente condenável.

A mensagem do filme é muito forte, e não é tão direcionada pra gente aqui do Terceiro Mundo como para os ricos: vocês só podem aproveitar os benefícios da civilização porque esses benefícios são antes testados em cobaias humanas, cobaias inclusive de outra cor e, portanto, de outra categoria. Essas cobaias, por sua vez, não terão o menor acesso a esses benefícios da civilização. Só a seus efeitos colaterais. Em uma cena, quando alguém fala pra Tessa que ela deve procurar um hospital de verdade, longe da África, o médico negro responde, “Você quer dizer um hospital com médicos brancos?”.

Fernando Meirelles filmou no Quênia e usou moradores das favelas africanas como figurantes, em repetição do método arrojado que dera certo em “Cidade de Deus”. Novamente, acertou na mosca. Há imagens contundentes, arrasadoras, em “O Jardineiro Fiel”. Às vezes, uma única tomada possui mais crítica social do que muitos filmes de Hollywood. Tome como exemplo o curta e impressionante plano que encerra a cena em que Justin aborda um rico industrial, num campo de golfe. A câmera focaliza os personagens a longa distância, mostrando-os conversando em um enorme gramado pontuado por árvores frondosas. Ouve-se um trem e então a câmera faz um giro, passando por uma linha férrea e mostrando que os trilhos dividem o magnífico campo de golfe de uma favela gigantesca, com casebres se amontoando em um verdadeiro formigueiro humano nos corredores estreitos. A imagem é silenciosa, mas nossa consciência grita.

Texto compilado com base nas críticas e análises de:

http://www.cinemaemcena.com.br/crit_editor_filme.asp?cod=2950

www.cinereporter.com.br/scripts/monta_noticia.asp?nid=1242

www.lost.art.br/lola_constantgardener.htm

Anexo 5: Voto nulo e antiinflamatório

Folha de São Paulo, 17 de setembro de 2006 – Pág. Mais 9

Marcelo Leite

Houve um tempo em que se votava no Cacareco. Em 1959, os eleitores de São Paulo despejaram coisa de cem mil votos no célebre rinoceronte do recém-inaugurado zoológico da cidade. Foi o mais votado. Virou sinônimo de voto nulo e de perda de confiança, de alheamento em relação ao sistema político. E o que o voto anulado tem a ver com antiinflamatórios? Não muito, como se verá adiante, mas o bastante.

A semana assistiu a um novo furacão no ramo dos antiinflamatórios, largamente utilizados como analgésicos. Não bastou a derrocada do Vioxx (rofecoxibe), em 2004, que levou de roldão outros inibidores seletivos de cicloxigenase-2 (Cox-2). Agora o vendaval da medicina baseada em evidências fez novas vítimas na geração anterior de antiinflamatórios, que atuavam indistintamente sobre as duas formas da enzima, Cox-1 e Cox-2.

Voltaren e Cataflam são algumas das identidades comerciais assumidas no Brasil pelo novo vilão, o diclofenaco. A tempestade se abateu sobre ele com um artigo publicado eletronicamente no periódico "Jama", da Associação Médica Americana (EUA). Pesquisadores da Austrália lhe dirigem a mesma acusação assacada contra o Vioxx: danos ao coração.

O curioso é que não se fez pesquisa nova mas sim a reunião de dados de outros 23 estudos, com um total de 1,6 milhão de pacientes. É o que se chama de meta-análise, a compatibilização estatística de resultados obtidos em vários testes clínicos. Esse tipo de revisão sistemática é a mais confiável fonte de informação para orientar a prática clínica, no ramo conhecido como medicina baseada em evidências.

A meta-análise australiana confirmou o que já se desconfiava sobre o rofecoxibe desde 2000 mas que só explodiu em 2004: aumenta o risco de infarto do miocárdio. E logo no primeiro mês, não só depois de 18 meses, como chegaram a alegar fabricantes.

Vitória para David J. Graham, um diretor da FDA -agência de alimentos e fármacos dos EUA, equivalente à nossa Anvisa- que comeu o pão que o diabo amassou por ter posto a boca no trombone sobre esse efeito colateral do popular e rentável

antiinflamatório. Ele assina um editorial devastador que sairá dentro de 17 dias na mesma edição impressa do "Jama" com o artigo dos australianos.

A novidade do estudo, porém, foi o indiciamento também de Voltaren e companhia, algumas das mais utilizadas alternativas ao Vioxx. Para o consumidor, em especial o que depende de antiinflamatórios para ter qualidade de vida, fica uma sensação de desamparo. Muitos devem perguntar-se: como é possível que autoridades reguladoras não tenham detectado antes risco tão óbvio, após três décadas de comercialização?

Aqui ressurge a analogia com o voto. Tais percalços das agências de vigilância sanitária, aliados à suspeita de que deixaram de cumprir sua obrigação com o público por sucumbir aos imperativos do lucro privado (no caso, das empresas farmacêuticas), abrem uma crise de confiança num daqueles complexos sociotécnicos que o britânico Anthony Giddens chama de sistemas especialistas.

O voto em Cacareco pode até ter sido um protesto inconseqüente, mas o voto nulo que se defende, na eleição dentro de duas semanas, parece um sintoma diverso. Não de ignorância, alienação ou desespero, como diagnosticado pelos analistas de plantão, mas de perda de confiança no sistema especialista da política.

Essa inflamação é grave. Dói demais, pode espalhar-se, e há cada vez menos antiinflamatórios insuspeitos no mercado para combatê-la.

Marcelo Leite é doutor em Ciências Sociais pela Unicamp, autor do livro paradidático "Pantanal, Mosaico das Águas" (Editora Ática) e responsável pelo blog Ciência em Dia (**www.cienciaemdia.zip.net**). E-mail: **cienciaemdia@uol.com.br**

Anexo 6: Robôs e o Mercado de Capitais

Revista VEJA, Edição 1978 - 18 de outubro de 2006

Finanças

Uma cena em extinção

Número de robôs que lucram investindo no mercado financeiro cresce e mostra que a economia pende cada vez mais para o virtual

Ana Paula Baltazar

Beto Barata/AE

Se o desafio pode ser expresso em termos matemáticos, ninguém melhor do que um computador para resolvê-lo. É por isso que, sem descargas de adrenalina nem riscos de infarto, cérebros eletrônicos estão substituindo o homem em decisões de investimento nos principais centros financeiros do planeta. Esses robôs já administram 1,5 trilhão de dólares – o equivalente a 7% do volume mundial gerido por fundos de investimento. Ininterruptamente, analisam o mercado e compram e vendem ações, moedas e commodities. Um estudo feito com base em setenta fundos americanos geridos por esses sistemas, chamados de quantitativos, demonstrou que os analistas virtuais por vezes apresentam melhor desempenho do que os rivais de carne e osso. De 2001 a 2004, o volume de recursos administrados por máquinas cresceu 21%, enquanto os geridos de forma convencional, 9%. A Lipper, empresa internacional de pesquisa financeira, indica que surgiram nos Estados Unidos 81 novos fundos robóticos em 2006. Eram 21 em 2005 e somente três em 2001.

Ninguém deve sair correndo de casa para colocar dinheiro sob o comando dessas máquinas, mas elas começam a representar um contraponto estridente ao mundo analógico dos investimentos. Esses novos fundos têm outra singularidade: não são administrados por economistas, mas, normalmente, por físicos, matemáticos e engenheiros. Os robôs investidores usam conceitos e técnicas computacionais baseados na teoria do caos. Tal doutrina defende a idéia de que sempre é possível encontrar ordem, mesmo em fenômenos tidos como caóticos. Um exemplo: antes de soltar um lápis no ar, não há como saber exatamente o que vai acontecer com ele ao tocar o chão. Mas, assim que é solto, as primeiras informações sobre seu movimento permitem prever o restante da trajetória de queda. Os fundos quantitativos processam as variações no mercado financeiro, que correspondem ao início da descida do lápis, e estimam o que vem depois.

No Brasil, os fundos quantitativos engatinham, mas, ainda assim, o volume de recursos gerenciados por computadores dobrou em 2006, atingindo 0,8% dos 800 bilhões de reais que a indústria de fundos movimenta no país. Uma dessas empresas, a Phynance, é administrada pelo astrofísico Fabio Bretas. Há dez anos, ele começou a experimentar os altos e baixos da bolsa e decidiu aplicar seus conhecimentos científicos para destrinchar essas flutuações. Com uma equipe de doze pessoas, com apenas dois economistas e seis físicos ou especialistas em computação, desenvolveu um modelo matemático que dá aos computadores condições de acompanhar o comportamento das trinta ações com maior liquidez da Bovespa. As máquinas processam perto de 1 milhão de dados por semana e examinam padrões estatísticos. "Os computadores decidem sem nenhuma influência das emoções", diz Bretas. "Dessa forma, eliminamos da decisão fatores como a paixão ou o ódio, comuns em pessoas que ganharam ou perderam dinheiro com determinado papel."

O sonho dos fundos quantitativos é imitar a trajetória bem-sucedida de dois físicos americanos que estudaram na Universidade da Califórnia, em Santa Cruz. Na década de 1970, a dupla desenvolveu um minicomputador embutido no sapato para vencer as roletas dos cassinos de Las Vegas. Eles lucraram 10 000 dólares. Em 1991, Doyne Farmer (veja entrevista) e Norman Packard fundaram a Prediction Company, aplicando seus conhecimentos sobre sistemas complexos e teoria do caos para fazer previsões em torno dos preços de ações. O sucesso foi tão grande que, em 2000, eles venderam 25% da empresa ao banco suíço UBS por 300 milhões de dólares. Em novembro do ano

passado, concluíram a venda do restante da companhia, mas silenciaram sobre o valor final do negócio.

Os críticos de modelos como os da Prediction argumentam que eles se baseiam em dados históricos e, portanto, não estão preparados para lidar com eventos inesperados. Além disso, não conseguem levar em conta fatores humanos, como o lançamento de um produto por uma empresa ou uma mudança administrativa que pode ter impacto nos resultados de uma companhia. "Eles apenas monitoram certas condições do mercado e compram ou vendem reagindo a elas. Já uma pessoa é capaz de ler jornais, conversar com outras pessoas e refletir sobre o que está acontecendo. Por isso, há coisas que os modelos que construímos só serão capazes de fazer quando as máquinas começarem a pensar", disse Farmer a VEJA.

Hoje, esses sistemas têm algo de humano, por exemplo, no comportamento de manada que podem apresentar diante de uma crise sistêmica ou de um ataque especulativo. Como as regras que estão por trás dos computadores apresentam muitas semelhanças, as máquinas podem tomar as mesmas decisões sobre compra e venda de ativos em uma determinada situação. E isso cria um movimento, que pode apontar para o buraco, semelhante ao de uma manada. Com o tempo, acredita Farmer, uma espécie de seleção natural pelo lucro tenderá a favorecer os robôs que se comportam de maneira diferente.

A inteligência artificial também tem sido incorporada em larga escala por bancos e operadores de cartões. Eles usam redes neurais, por exemplo, para reforçar a segurança de seus sistemas de computadores. Essas redes tentam simular em máquinas o funcionamento do cérebro humano em atividades de aprendizado, associação de idéias e abstração. Elas são capazes de identificar o comportamento dos clientes e avaliar se uma operação específica de saque ou de compra por cartão pode ser fraudulenta. Caso se detecte uma atividade fora dos padrões, a operação não é autorizada.

O processo de virtualização do dinheiro, movido pela indústria financeira, começou com os caixas eletrônicos, na década de 1970, passou pelos sistemas de internet banking e, atualmente, pode ser observado no crescimento do mercado de cartões. Enquanto o número total de cheques trocados no Brasil caiu 35% nos últimos oito anos, o uso de cartões de crédito cresceu mais de 150% desde 2000. Nas transações realizadas pelos consumidores, que excluem as pessoas jurídicas, o cartão superou o cheque como meio de pagamento em 2004 e sua participação vem crescendo. Neste ano, a estimativa é que os cartões sejam usados em 20% dos pagamentos feitos pelas

famílias brasileiras, em comparação com 13% realizados com cheques. Segundo projeção da consultoria Boanerges & Cia., em 2015 a participação dos cartões deve crescer para 32% e a dos cheques cairá para 8%.

Entrevista: Doyne Farmer

"As máquinas vão pensar"

Quando os estudos sobre a teoria do caos apenas engatinhavam na Universidade da Califórnia, em Santa Cruz, na década de 1970, os físicos Doyne Farmer e Norman Packard decidiram usar cálculos para vencer as roletas de Las Vegas. Os anos de estudo e as incursões aos cassinos renderam 10 000 dólares à dupla, mas eles perceberam que podiam usar suas teorias para apostar mais alto. Em 1991, fundaram a Prediction Company, especializada no desenvolvimento de modelos computacionais para a gestão de recursos no mercado financeiro. O sucesso da empresa chamou a atenção da União de Bancos Suíços (UBS), que, no ano passado, adquiriu o controle da empresa. Packard atua hoje na área de biotecnologia. Farmer é professor do Instituto Santa Fé, no Novo México, e concedeu a seguinte entrevista a Ana Paula Baltazar.

Veja – *Os modelos para previsão de movimentos do mercado financeiro se mostraram eficientes em alguns aspectos. Mas onde podem falhar?*

Farmer – Esses modelos são primitivos. Essencialmente, respondem a estímulos, de modo muito mais parecido com o cérebro de uma barata do que com o de um ser humano. Eles não apresentam um modelo cognitivo do mundo. Apenas monitoram certas condições do mercado e compram ou vendem em resposta a essas variações. Em contrapartida, uma pessoa pode ler jornais, conversar com outras e pensar sobre o que está acontecendo. Portanto, existem coisas que uma pessoa é capaz de fazer que os modelos do tipo que construímos só poderão fazer quando as máquinas começarem a pensar.

Veja – *Como esses modelos devem evoluir?*

Farmer – Esses tipos de modelo ficarão cada vez mais precisos e se estenderão a outros domínios. Com o tempo, eles começarão a processar informações de texto e a modelar o

comportamento dos agentes financeiros. Enfim, um dia as máquinas começarão a analisar o cenário usando modelos cognitivos complexos. Vão superar totalmente os operadores humanos.

Veja – *Quando isso deve acontecer?*

Farmer – Nos próximos vinte anos, o poder de hardware dos computadores será multiplicado por 1 000. Com isso e com o lento aperfeiçoamento do software, eles poderão executar tarefas cada vez mais complexas até que terminem pensando, mesmo que façam isso por métodos completamente diferentes do nosso. Não consigo dizer quando isso acontecerá, mas ficaria surpreso se levasse mais do que 100 anos. O grande desafio é entender como fazer com que os computadores se programem sozinhos, estabeleçam objetivos espontaneamente e construam modelos abstratos sobre o mundo. Esses são problemas difíceis, mas não há razão para acreditar que não tenham solução. Afinal, nós fazemos isso. Nossos cérebros são apenas máquinas, com lentas unidades biológicas de processamento e grande quantidade de processamento paralelo. Ainda não entendemos a arquitetura que nos permite pensar, mas isso também é uma questão de tempo.

Veja – *Então, os robôs investidores vão dominar os mercados financeiros no futuro?*

Farmer – Eu acredito que sim. Hoje é verdade que, na maioria dos casos, a decisão de comprar e vender é tomada por um ser humano e que a máquina apenas gerencia a tática e o momento de execução da ordem. No entanto, sistemas como os da Prediction Company, em que todas as decisões são tomadas por máquinas, estão se tornando cada vez mais comuns.

Anexo 7: Resumo do Filme *Menina de Ouro*

Ficha Técnica

Título Original: Million Dollar Baby
Gênero: Drama
Tempo de Duração: 137 minutos
Ano de Lançamento (EUA): 2004
Site Oficial: http://milliondollarbabymovie.warnerbros.com
Estúdio: Malpaso Productions / Lakeshore Entertainment / Albert S. Ruddy Productions
Distribuição: Warner Bros. / Europa Filmes
Direção: Clint Eastwood
Roteiro: Paul Haggins, baseado obra de F.X. Toole
Produção: Clint Eastwood, Paul Haggis, Tom Rosenberg e Albert S. Ruddy
Música: Clint Eastwood
Fotografia: Tom Stern

Elenco:

Clint Eastwood (Frankie Dunn)
Hilary Swank (Maggie Fitzgerald)
Morgan Freeman (Eddie Scrap-Iron Dupris)
Jay Baruchel (Danger Barch)
Mike Colter (Big Willie Little)
Lucia Rijker (Billie "Urso Azul")

Frankie Dunn (Clint Eastwood) passou a vida nos ringues, tendo agenciado e treinado grandes boxeadores. Frankie costuma passar aos lutadores com quem trabalha a mesma lição que segue para sua vida: antes de tudo, se proteja. Magoado com o afastamento de sua filha, Frankie é uma pessoa fechada e que apenas se relaciona com Scrap (Morgan Freeman), seu único amigo, que cuida também de seu ginásio. Até que surge em sua vida Maggie Fitzgerald (Hilary Swank), uma jovem determinada que possui um dom ainda não lapidado para lutar boxe. Maggie quer que Frankie a treine, mas ele não aceita treinar mulheres e, além do mais, acredita que ela esteja velha demais para iniciar uma carreira no boxe.

Apesar da negativa de Frankie, Maggie decide treinar diariamente no ginásio. Ela recebe o apoio de Scrap, que a encoraja a seguir adiante. Vencido pela determinação de Maggie, Frankie enfim aceita ser seu treinador.

Os dois juntos conseguem muitas vitórias, Maggie se torna uma ótima lutadora, até que um acontecimento muda definitivamente o destino dessas duas pessoas.

O filme é narrado pela voz de Scrap. Uma narração com um destinatário específico, que talvez jamais seja encontrado. O verdadeiro herdeiro da história de Frankie e Maggie, sobre o ocaso de ambos, é o espectador. *Menina de Ouro* é quase um testamento que lega ao público o conhecimento de uma vida passada que, mesmo anônima e esquecida, foi grandiosa.

Clint Eastwood faz um filme masculino, sobre a amizade, sobre confiança, sobre dedicação, sobre esperança. E também sobre a morte, sobre a tragédia e a perda.

Maggie, Frankie e Scrap são personagens sozinhos no mundo, incompreendidos por sua família de sangue. Frankie passa a vida mandando cartas para sua filha, que invariavelmente voltam fechadas para seu endereço. Maggie, desde o início, é caracterizada como *white trash* (expressão americana para aquelas pessoas que foram criadas em áreas degradadas, formadas por grandes trailers amontoados, a versão ianque para as nossas favelas). Scrap não tem mais o que fazer a não ser cuidar do ginásio de Frankie, ao mesmo tempo seu local de trabalho e sua casa.

Essa estranha família que se forma vai ser colocada à prova depois da luta que deixa Maggie numa cama, respirando por aparelhos: a família real de Maggie só quer saber de herdar o dinheiro que ela acumulou na curta carreira. Cabe a Frankie cuidar de Maggie, mas esta não é a vontade dela: ela lhe pede que a mate, porque não quer viver como uma sombra do que já foi. A partir daí, Frankie vai ser confrontado com uma escolha: deve ser fiel à sua *filha*, ou fazer o que é *certo* (deixar que ela viva, da maneira mais digna possível)? A decisão de seguir o *errado* é, paradoxalmente, sua prova de amor final para com Maggie.

Eastwood conta esta história com uma sobriedade exemplar; não há um plano a mais em sua montagem, um acorde acima do tom em sua música. Tudo em *Menina de Ouro* é econômico, austero, simples e direto. A morte não se coloca no filme apenas por meio da eutanásia; todo o filme é um réquiem, um poema fúnebre em cores neutras, no qual os personagens estavam perdidos, até se encontrarem, e se perderem de novo.

O boxe é mais um pano de fundo para que o relacionamento se desenvolva, mas que isso não signifique que o seu papel seja irrelevante na história. As lutas no ringue são cruas e violentas, sem xarope, dando à platéia a mesma respeitabilidade para o esporte que para Frankie. Há um grande número de personagens paralelos e seus trejeitos com quem os principais nunca se envolvem, assim evitando um discurso típico

de um filme qualquer do gênero. Eastwood mantém uma aura soturna em *Menina de Ouro*, que o dirige sempre a caminho das sombras da história. Isso fortalece a emoção do filme, que quando é triste é devastador e edificante quando é inspirador. Quando algo cômico acontece, então é um raio de sol num céu nublado. Ao que caminhamos para o último ato da história, vamos nos agarrar a esses pequenos momentos de leveza da história, porque Eastwood vai exigir e testar o máximo da boa natureza do espectador.

O filme de Eastwood é um drama sombrio, realizado praticamente à perfeição. Ele leva adiante sua exploração do lado trágico da existência humana e o filme que penetra numa área obscura da alma onde um homem pode se esconder de seu Deus, ao mesmo tempo em que pede Sua misericórdia.

Menina de Ouro mais do que falar sobre os obstáculos eternos no caminho dos sonhos, é um atestado de Eastwood, valorizando a vida não pelo automatismo dos pulmões, mas pelas experiências que colecionamos. Tanto quanto o personagem que interpreta, Eastwood, em idade sênior, chega com tudo aquilo que viveu e parece abraçar o que o futuro inevitavelmente o reserva com enorme paixão e nenhum ressentimento. A fotografia do filme é completamente trabalhada em cima dos altos contrastes entre luz e sombra (especialmente sombra), mas nunca de modo agressivo. Eastwood compreende que claridade e escuridão acompanham-se, completam-se. E se *Menina de Ouro* nos deixa completamente arrasados no final, derramando genuíno chororô por muito tempo após as luzes se acenderem, é porque, assim como Eastwood, nós apreciamos a jornada.

É um clássico no sentido que lança o espectador num transe por duas horas, como poucos filmes ainda conseguem fazer.

Premiações

- Ganhou 4 Oscar: Melhor Filme, Melhor Diretor, Melhor Atriz (Hilary Swank) e Melhor Ator Coadjuvante (Morgan Freeman). Recebeu ainda outras 3 indicações: Melhor Ator (Clint Eastwood), Melhor Edição e Melhor Roteiro Adaptado.

- Ganhou 2 Globos de Ouro, nas categorias de Melhor Diretor e Melhor Atriz - Drama (Hilary Swank). Recebeu ainda outras 3 indicações: Melhor Filme - Drama, Melhor Ator Coadjuvante (Morgan Freeman) e Melhor Trilha Sonora.

- Recebeu uma indicação ao César de Melhor Filme Estrangeiro.

Referências:

http://adorocinema.cidadeinternet.com.br/filmes/menina-de-ouro/menina-de-ouro.asp
http://www.cineplayers.com/filme.php?id=378
http://www.zetafilmes.com.br/criticas/meninadeouro.asp?pag=meninadeouro
http://cinema.terra.com.br/oscar2005/interna/0,,OI471543-EI4252,00.html
http://www2.anhembi.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=35161&sid=70
http://www.rabisco.com.br/57/menina%20_mar.htm